PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 13. 1. April 1903. Redaktionsschluss für No. 14 am 7. April 1903. 4. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:

F. Braun, Notizen über drahtlose Telegraphie. S. 361.

H. Th. Simon und M. Reich, Über die Erzeugung hochfrequenter Wechselströme und ihre Verwendung zur drahtlosen Telegraphie. S. 364.

K. R. Johnson, Zur Theorie des Grammeschen Ringes. S. 372.

K. Hochenegg, Zirkel zum Gebrauch auf Glastafeln. S. 375.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Parma. No. 7: E. Pasquini, Über ein absolutes Elektrometer. — Messung der Entladungspotentiale. S. 375.

Zusammenfassende Bearbeitungen:

H. Meldau, Die Regulierung des Kompasses mit Hilfe eines Deflektors. S. 376.

Besprechungen:

F. Exner und E. Haschek, Wellenlängen-Tabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspektren der Elemente. S. 379.

G. Ferraris, Wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik. S. 380.

F. Kohlrausch, Die Energie oder Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes. S. 380.

E. Ruhmer, Neuere elektrophysikalische Erscheinungen. S. 381.

J. Pircher, Über die Haarhygrometer. S. 381.

G. Robin, Wissenschaftliche Werke. Allgemeine Thermodynamik. S. 382.

E. Holm, Das Objektiv im Dienste der Photographie. S. 383.

J. M. Eder, System der Sensitometrie photographischer Platten. S. 383.

N. Umow, Ein Versuch, die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln. S. 383.

R. Sleeswijk, Der Kampf des tierischen Organismus mit der pflanzlichen Zelle. S. 385.

Personalien. S. 385.

Tagesereignisse. S. 386.

Briefkasten. S. 386.

Vorschläge. 386.

Berichtigungen. S. 387.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1903. S. 387.

Gesuche. S. 400.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Notizen über drahtlose Telegraphie.

Von Ferdinand Braun.

I. Zur Beseitigung eines Missverständnisses. Einige historische Bemerkungen.

Anfang Oktober 1898 habe ich mich (in einer Patentschrift) so ausgesprochen: Während Marconi mit Hertzschen Wellen arbeite und durch Anwendung des Righi-Oszillators bestrebt gewesen sei, die Schwingungszahl möglichst hoch hinaufzutreiben, wolle ich mit längeren Wellen arbeiten, nämlich mit denjenigen, welche bei der Entladung von Leidener Flaschen „der üblichen Grösse in einem Kreise von mässiger Selbstinduktion entstehen". Dies hat zu Missverständnissen geführt, indem man die erst später bewiesene Auffassung, dass Marconi auch nicht mit Hertzschen, d. h. ca. 0,5 bis 6 Meter langen, sondern mit gewöhnlich etwa 200 Meter langen arbeitete, schon für die damalige Zeit als konstatiert betrachtete und nun interpretiert hat, dass ich noch wesentlich längere (also etwa von Kilometerlänge) benutzen wolle. Dies ist zwar möglich, geschieht bisweilen auch, ist aber nicht notwendig. Und da die erwähnte irrtümliche Interpretation auch neuerdings — wenn auch mit der richtigen vermischt — wieder aufgetreten ist, so möchte ich nochmals [1]) auf den wirklichen Thatbestand ausdrücklich hinweisen. Dieser besteht darin, dass ich 1898 mit Wellenlängen arbeiten wollte von derselben Grössenordnung, wie sie Marconi unbewusst auch schon verwendete.

Wäre die später bewiesene Auffassung über die von Marconi verwendeten Wellenlängen schon von Anfang an unzweifelhaft gewesen, so würde es fast unverständlich sein, dass man nicht gleich an die Verwendung des Flaschenkreises gedacht hätte, sondern sich mit den ungünstigen Methoden zur Herstellung der Wellen durch direkte Ladung begnügte, welche Hertz für seine Zwecke einschlug, indem er die Kondensatorentladungen verliess.

Wie diese falsche oder mindestens ungeklärte Auffassung entstehen konnte, ist heutigen Tages nur noch verständlich aus der historischen Entwickelung, über welche ich daher, da sie dem Physiker meist nicht so genau bekannt ist, einige Bemerkungen hinzufügen will.

Marconi fing seine Versuche 1896 und 97 an mit einem Righi-Sender, freistehend, klar definiert. Er verwendete darauf einen Hertzschen Oszillator, zwei Platten in gleicher Höhe und in kleinem Abstande, von denen kurze Drähte zur Funkenstrecke führten. Die Ladung erfolgte (wie beim Righi-Oszillator) durch zwei den Platten gegenüberstehende Funkenstrecken. Er verliess diese Anordnung wieder, kehrte zum Righi-Radiator zurück und setzte ihn in die Brennlinie eines Cylinderspiegels. Er kam damit auf etwas über 2 Kilometer Übertragungsweite. Dies genügte ihm nicht, und er suchte, unter Aufgabe des Vorteils orientierter Depeschensendung, nach grösseren Übertragungsweiten. Diese fand er in den beiden Mitteln: a) vertikaler langer Senderdraht, angeschlossen an die eine Ladekugel des Righi-Oszillators; b) Erdung der anderen Zuführungskugel. Stillschweigend nahmen alle, welche Marconische Versuche wiederholten, an, dies sei die von ihm als die günstigste Schaltung ausprobierte; man hielt daher die von ihm angegebenen Anord-

1) Vgl. u. a. F. Braun, E. T. Z. **22**, 258, 1901.

nungen und Dimensionen immer ein, alle Experimentatoren gaben die Dimensionen der Righi-Kugeln an (Preece, E. T. Z. 1897, S. 431; Marconi ibid. S. 681; Strecker E. T. Z. 1898 S. 845; Slaby, Funkentelegraphie, 1. Aufl. S. 24), es wurde sogar besonders darauf hingewiesen, dass die Grösse der Funkenlänge zwischen diesen sehr wesentlich sei, während es auf die Länge der Zuführungsfunken nicht ankomme; man unterschied — wie es auch heute noch vielfach geschieht — zwischen dem Oszillator, als dem Wellenerreger und dem Radiator, als dem Ausstrahler. Die Dimensionen des ersteren hielt man strenge ein, die Länge des letzteren änderte man ganz nach Bedarf und Belieben.

Aus der damit stillschweigend gemachten Annahme, dass die kurzen Righi-Wellen vom Drahte ausgestrahlt würden und die wirkenden seien, entstanden freilich Schwierigkeiten. Wie sollte man sich die mit der Länge der Senderdrähte zunehmende Übertragungsweite erklären? Diese Thatsache sprach gegen die Annahme so kurzer Wellen; dafür sprach wieder, dass nach vielfachen Angaben schon Hindernisse von geringer Ausdehnung oder kleiner Leitfähigkeit (wie Segel, Rauchwolken) die Wirkung sehr stark schwächten oder vernichteten. (Die Wellen, wie sie dem benutzten Righi-Oszillator entsprachen, würden etwa ebenso lang sein wie die Schallwellen von ut_5, also etwa die der höchsten Sopranstimme.) Man nahm zur Erklärung die Wirkung der Erde als Überträgerin zu Hilfe und so sagte Lodge[1]) (nachdem er Marconische Versuche mit einerseits langen und andrerseits geerdeten Radiatoren besprochen hatte): die Hertzschen Wellen schreiten nur geradlinig fort, wenn man also trotz zwischenliegender Bodenerhöhungen Funkentelegraphie erfolgreich angewendet hat, so ist das den Erdströmen zuzuschreiben, die gleichzeitig auftreten und den Fritter beeinflussten (er giebt an einer anderen Stelle die Wellen, mit denen Marconi arbeite, zu etwa 4 Fuss an). In den Beobachtungen von Marconi, welcher gefunden hatte, dass man bei kleineren Entfernungen Signale aufnehmen kann, indem man einfach die beiden Fritterpole mit zwei verschiedenen Punkten der Erde verband, schien diese Auffassung eine Bestätigung zu finden. [2])

Ascoli[3]) wies allerdings schon 1897 darauf hin[4]), dass Marconi wahrscheinlich gar nicht mit den Righi-Wellen arbeite. Er rechnete aus, dass er eine Wellenlänge habe etwa gleich der vierfachen Senderlänge. Seine Rechnung bewies aber nicht seine, wie sich später zeigte, ganz richtige Vermutung. Er setzte nämlich zwei gleichlange, in zwei durch die Funkenstrecke getrennte, Kugeln endende Drähte voraus; berechnete die statische Kapazität, desgleichen die Selbstinduktion des Systems und daraus nach der Thomsonschen Formel (für den Flaschenkreis) die Schwingungsdauer der Grundschwingung. Zunächst aber war gerade die Frage, ob diese bei der von Marconi gewählten komplizierten Anordnung entstehe und die wirksame sei.

Den Righi-Oszillator, den Ascoli aus der Rechnung wegliess, fand später Marconi auch für den Versuch unnötig; er verwendete 1899 nur noch zwei kleinere Funkenkugeln; er fand dies sogar günstiger. Er acceptierte jetzt[1]) auch die Anschauung Ascolis, und Fleming wies[2]) in seinem Vortrage vom Herbst 1899 (auf der British Association in Dover) auf die very long waves (etwa 150 m) employed by Mr. Marconi hin und erklärte daraus, dass diese Wellen die Kreidehügel von Dover in der Richtung nach der französischen Küste hin überschreiten konnten.

Ende Oktober 1898 erschien die Arbeit von Abraham[3]), welcher die möglichen Schwingungen des Marconi-Senders auf strenger Basis behandelte. Er liess den Righi-Oszillator gleichfalls aus der Anordnung weg und ersetzte für die Rechnung den Draht durch ein lang gestrecktes Ellipsoid. Er kam dann zu Schwingungen ganz ähnlich denen, welche eine Orgelpfeife geben kann.

Es war für den Physiker unzweifelhaft ungewohnt, den langen dünnen Draht einfach als Hertzschen Erreger aufzufassen, hatte doch Hertz selber bei seinen Spiegelversuchen grössere Kapazität durch Verwendung dicker Stäbe herbeizuführen gesucht. Ferner hatte der Righi-Oszillator die Bedingungen unnötig kompliziert; denn dass seine Wellen vorhanden seien in den Schwingungen, konnte nicht zweifelhaft sein und wurde später auch direkt nachgewiesen[4]); dies war elektrisch schon bekannt, z. B. aus der Anordnung des Hertzschen Wellenerregers für seine Spiegelversuche; ebenso wird man akustisch nicht daran zweifeln, dass man beim Anblasen eines sehr langen Rohres nicht nur dessen Grundton bekommt oder dass man durch Anstreichen eines langen dünnen Stahlstäbchens mit einem Violinbogen dasselbe zu intensivem Tönen in sehr hohen Oberschwingungen anregen kann.

Diese Möglichkeit des Vorhandenseins von

1) Lodge, E. T. Z. 29. Dez. 1898, S. 877.
2) Vgl. auch Turpain, Ondes électriques: aus der bis 1900 berücksichtigten Litteratur weiss er noch keine befriedigende Erklärung der Antennen anzuführen.
3) Elettricista, VI, 1897, No. 8. Beibl. **22**, 610, 1898.
4) Vgl. auch J. J. Thomson, Recent researches, Oxford, 1893. S. 289 ff.

1) Electrician, **42**, 759, 16. März 1899.
2) Electrician, **43**, 767 u. 768, 1899.
3) Abraham, Wied. Ann. **66**, 435, 1898.
4) Lindemann, Ann. d. Phys. **2**, 376, 1900.

kurzwelligen Schwingungen war allerdings bei meinen Versuchen ausgeschlossen und insofern meine Annahme gerechtfertigt, dass ich mit (gegenüber Hertzschen oder Righi-Wellen) unzweifelhaft langen Wellen zu thun hatte.

Dass aber auch ein in Unterabteilungen schwingendes lineares elektrisches System, wenigstens für gewisse Raumgebiete, auf grosse Entfernungen noch eine Wirkung hat, folgt aus der Abrahamschen Untersuchung. Eine Energieausstrahlung in der praktisch vorzugsweise in Betracht kommenden Äquatorebene findet z. B. statt, wenn es mit einer ungeraden Anzahl von Knoten schwingt.

II. Versuche über eine Art gerichteter Telegraphie.

Der Zweck der folgenden Versuche war nicht, was das Wünschenswerteste wäre, den Energiestrom nach einer einzigen Richtung hin zu leiten. Sie geben nur einen sehr rohen Ersatz für einige Vorteile, welche die Lösung der eigentlichen Aufgabe bieten würde.

a) Während des Winters 1899 hat Herr Dr. Zenneck in Cuxhaven Versuche gemacht, die Geberwirkungen nach einer Richtung „abzuschirmen" in der folgenden einfachen Weise. In der Nähe des Senderdrahtes A (einige Meter davon entfernt) befand sich ein davon isolierter zweiter, dem Sender ungefähr gleichlanger Draht B. War letzterer von Erde isoliert, so kamen die Zeichen nach einer in der ungefähren Richtung AB gelegenen (etwa 10 km entfernten) Station an. Wurde dagegen B unten geerdet, so blieben die Zeichen aus. Nach der entgegengesetzten Richtung kamen sie, was daraus geschlossen wurde, dass wenn A und B miteinander vertauscht waren, die Station ihre Zeichen erhielt, gleichgültig, ob der schirmende Draht isoliert war oder unten an Erde lag.

b) Bei Versuchen, welche mit Unterstützung der Kgl. preussischen Luftschifferabteilung hier im Sommer 1902 angestellt wurden, war die Forderung gestellt, mit möglichst geringer Empfängerhöhe auszukommen. Dies führte zu dem folgenden Ergebnis: Auf dem schwach geneigten Terrain war in der Vertikalebene, welche nach dem Sender hin zeigte, schräg (mit einer Neigung von ca. 5 m auf 60 m) ein geradliniger Empfangsdraht ausgespannt (Fig. 1), welcher sich jenseits des Resonanzflaschenkreises entweder ebenso oder in der Köpselschen Anordnung, als ein kurzer Draht mit angehängter Endkapazität fortsetzte. Sieht man von Störungen ab, welche die Welle durch den dem Drahte benachbarten Boden erfährt, denkt sich also die ganze Anordnung frei im Raume, so kann man den Vorgang

Fig. 1.

folgendermassen auffassen. Vom ankommenden Wellenzug wird nur ein der Vertikalkomponente AB entsprechender Teil ausgenutzt und nur eine dementsprechend geringe elektromotorische Kraft im Drahte induziert. Solange man aber — praktisch — die Horizontalprojektion mit der Länge BC des Empfängers identifizieren darf (und das ist bei den wenig scharfen Resonanzen in geraden Drähten genügend gestattet), solange wird die längs des Drahtes fortschreitende elektrische Kraft mit der über sie wegschreitenden Luftwelle überall gleichphasig sein und daher Resonanz eintreten.

Man muss daher erwarten: a) dass hier — schärfer als bei vertikalem Empfängerdraht, wo alle induzierten Kräfte je einander immer ganz gleichwertig sind — die Länge des Drahtes zur Wellenlänge im richtigen Verhältnis stehen muss; b) dass eine Verlegung des Drahtes speziell aus der Ebene heraus, welche den Senderdraht aufnimmt, die Zeichen schwächt, weil hier gleichzeitig die induzierte Komponente verkleinert und das Verhältnis der Weglänge der Luftwelle zu der im Drahte fortschreitenden verändert wird.

Die Beobachtungen bestätigen die Schlüsse. Es zeigte sich: 1. man kann bei richtiger Orientierung mit kleinen Empfängerhöhen (z. B. 5 m statt 15 bis 20 m vertikaler Empfängerhöhe) gut aufnehmen; 2. die richtige Länge des Empfängerdrahtes macht sich viel stärker geltend als bei vertikaler Anordnung, wo die Lage des Resonanzflaschenkreises im Empfängerdraht bezw. Ein- und Ausschalten horizontaler Drahtlängen nur eine untergeordnete Rolle spielt; 3. ist man schon in der Nähe des sicheren Ansprechens, so genügen Verdrehungen um $+ 10^0$ des Empfängers aus der Senderebene heraus, die Zeichen zum Verschwinden zu bringen; ist man weiter davon entfernt, so sind allerdings Drehungen bis zu etwa 45^0 erforderlich.

c) Eine andere Art orientierten Empfängers wurde 1901 mit dem leider zu früh verstorbenen Hauptmann von Sigsfeld ausprobiert. Versuche hatten zufällig darauf geführt. Sie besteht darin, dass zwei Drähte von je $\lambda/4$ vertikal aufsteigen und durch einen Horizontaldraht von $\lambda/2$ verbunden sind. In der Mitte des Horizontaldrahtes war der Kohärer.[1]) Lag die Ebene der beiden Vertikaldrähte in der

1) Es wurde nicht mit Resonanzflaschenkreis im Empfänger gearbeitet; die Anordnung stellt gewissermassen zwei

Fortpflanzungsrichtung der Welle, so waren die Zeichen stark da; wurde die Ebene um 90^0 gedreht, so blieben die Zeichen aus; es genügten aber, wie mir Sigsfeld als Resultat später von ihm allein fortgesetzter Versuche mitteilte, schon Drehungen von etwa $+ 10^0$, um sie wieder auftreten zu lassen.

Sigsfeld erzählte mir gelegentlich dieser Versuche, dass er aus Vergleichungen mit den magnetischen Beobachtungen in Potsdam sicher konstatiert habe, dass häufig sonst nicht erklärliche luftelektrische Störungen mit magnetischen Variationen zusammenfielen. Ich habe ihm meine Zweifel an der Sicherheit der Beobachtungen nicht verhehlt. Sigsfeld, welcher ein guter und nichtsanguinischer Beobachter war, glaubte aber dieser Koinzidenzen sicher zu sein und hatte die Hoffnung, mittels der beschriebenen Anordnung die Richtung, in welcher solche elektrische Wellen — Sigsfeld dachte an solare Störungen — kommen, festlegen zu können.[1])

Ein akustisches Analogon zu diesem orientierten Empfänger bietet der folgende Versuch (Fig. 2). Bei A befinde sich eine Schallquelle

Fig. 2.

(etwa Stimmgabel auf Resonanzkasten). Von einem beiderseits offenen Papprohr (ca. 3 cm weit) von $\frac{\lambda}{2}$ Länge führt bei E ein Schlauch zum Ohre. Liegt CD senkrecht zur Richtung der Schallstrahlen, so ist der Ton sehr stark zu hören, er verschwindet, wenn das Rohr in die Richtung der Schallstrahlen gedreht wird. Diesen Versuch machte ich vor etwa $1\frac{1}{2}$ Jahren, in der Absicht, damit ein einfaches Mittel zu erhalten, um die Richtung festzustellen, aus welcher Schall kommt und daraus event. bei Nebel die Orientierung eines Schiffes gegen ein anderes zu erfahren. Die Einstellung schien mir scharf genug, um wenigstens eine praktische Probe damit für lohnend zu halten.

Wie ich mich nachher überzeugte, ist wesentlich derselbe Gedanke für den gleichen Zweck schon von Hardy[1]) benutzt worden. Er stellt zwei Schalltrichter (cornets acoustiques) in einem Abstand von $\frac{\lambda}{2}$ auf, führt von beiden gleichlange Kautschukschläuche zu einem Rezipienten und von da aus wieder je einen Schlauch zu Kappen, welche die Ohren vollständig verdecken. Wenn ich recht verstehe, verzichtet er dabei auf den — nach meinen Beobachtungen zu schliessen, sehr erheblichen — Vorteil der Resonanz; vielleicht ist aber seine kompliziertere Form schon aus praktischen Versuchen als eine trotz mangelnder Resonanz günstigere entstanden.

Statt seiner Hörner lassen sich Resonatoren verwenden; man bestimmt aber den Schallstrahl nur dann, wenn ihr Abstand von vornherein auf $\frac{\lambda}{2}$ eingestellt ist; denn die Resonatoröffnungen lassen sich natürlich, ohne Änderung der Erscheinung, auf Wellenebenen verschieben. Insofern haben — teleskopartig verlängerbare — Röhren (nach Fig. 2) manche Vorteile.

1) Hardy, Compt. rend. **123**, 220, 1896.

Strassburg i. E., 12. März 1903.

(Eingegangen 16. März 1903.)

Slabysche Empfänger dar; wenn ich mich nicht täusche, hat auch Slaby schon zur Erhöhung der Empfängerwirkung zwei vertikale Empfänger, nahe bei einander, vorgeschlagen und ist von ihnen mit Spulen von geeigneter Länge zum Kohärer gegangen. Vorschläge zu gerichteter Telegraphie auf gleicher Grundlage wie die oben angegebene sind auch von Köpsel und Brown gemacht worden. Ich bin augenblicklich nicht in der Lage, die zeitliche Folge der verschiedenen Vorschläge und Versuche festzustellen.

1) Ich benutze diese Gelegenheit zu einer nachträglichen Prioritätsfeststellung. Auf der Hamburger Naturforscherversammlung 1901 (Diese Zeitschr. **3**, 145, 1902) habe ich mehrere Versuche angegeben, welche beweisen, dass auf einem mit einem Flaschenkreis verbundenen frei endenden Drahte die Wellen erst allmählich, also durch Resonanz, anwachsen. Der durch Fig. 5 l. c. dargestellte Beweis rührt von Sigsfeld, dessen Namen ich damals zu erwähnen vergass und was ich hier nachholen möchte. Ich sagte damals nur: „Der Beweis lässt sich in sehr eleganter Weise folgendermassen führen" und setzte hinzu: „ich darf das Epitheton ‚elegant' gebrauchen, da der Beweis nicht von mir herrührt".

Über die Erzeugung hochfrequenter Wechselströme und ihre Verwendung zur drahtlosen Telegraphie.

Von H. Th. Simon und M. Reich.

1. Die Entwickelung des Problems der drahtlosen Telegraphie von den physikalischen Grundlagen aus zu ihrem jetzigen hoffnungsvollen Stadium hat sich in drei Etappen vollzogen.

Die erste knüpft sich an die von Marconi eingeführte Anwendung des vertikalen Sendedrahtes D, der mit der einen Kugel eines Righischen Radiators R verbunden ist, während die andere zur Erde abgeleitet wird (Figur 1):

Wie die theoretische Überlegung nahe legt[1]),

1) M. Abraham, Wied. Ann. **66**, 435, 1898; Ann. d. Physik **2**, 32, 1900; diese Zeitschrift **2**, 329, 1901.

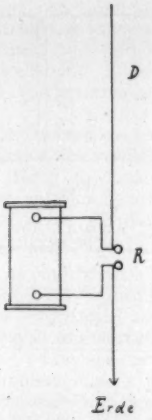


Fig. 1.

und durch Untersuchungen Slabys[1]) und anderer gezeigt ist, erregt die Entladung zwischen den Kugeln in dem Drahte eine stehende Welle derart, dass der Draht $^1/_4$ Wellenlänge darstellt, zu der die Erdung, gleichsam durch Spiegelung, das zugehörige andere Viertel ergänzt[2]): Verhältnisse, bei denen unter sonst gleichen Umständen grade ein Maximum von Strahlungsenergie überhaupt, wie insbesondere in der zum Drahte senkrechten Nutzungsebene in den Äther entsendet wird. Wegen der kleinen Energiekapazität und daher starken Dämpfung ist mit dieser Anordnung von Resonanzverwertung zwischen Sender und Empfänger, also von syntonischer Telegraphie, nicht viel zu erwarten, obschon es Slaby[3]) gelang, wenigstens mit zweierlei Wellensystemen sehr verschiedener Periode gleichzeitig störungsfreie Zeichen zu übermitteln.

Dann leitete Braun[4]) die zweite Etappe ein durch seinen Sender, der nach dem akustischen Analogon der auf einen Resonanzkasten befestigten Stimmgabel grosse Energiekapazität und daher schwache Dämpfung mit starker Ausstrahlung verbindet: (Fig. 2) ein geschlossener Schwingungskreis LC von grosser Kapazität C, gekoppelt mit einem vertikalen, auf den Schwingungskreis so abgestimmten Senderdraht D, dass dieser eine stehende Viertelwelle aufnimmt.[5])

1) Slaby, Elektrotechn. Zeitsch. **22**, 38, 1901; **23**, 165, 254, 1902. Die Funkentelegraphie, II. Auflage. Berlin 1901.

2) Eine andere, geistreiche Auffassung des Prinzips der Erdung vgl. E. Lecher, Über künstliche Elektrisierung der Erdkugel, diese Zeitschr. **4**, 320, 1903.

3) Slaby, Elektrotechn. Zeitschr. **22**, 38, 1901.

4) F. Braun, Diese Zeitschrift **2**, 373, 1901; **3**, 143, 1902.

5) F. Braun, Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft, Leipzig 1901.

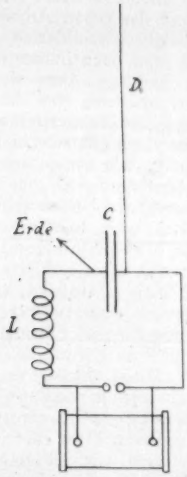


Fig. 2.

Je nachdem man die Koppelung inniger oder weniger innig gestaltet, erhält man, wie M. Wien[1]) gezeigt hat, ein System, welches vom Strahlungsdrahte entweder Wellen von sehr hoher, durch Resonanz gestauter Potentialamplitude aber starker Dämpfung, oder Wellen kleinerer aber schwach abklingender Amplitude ausgehen lässt. Die ersteren, welche explosionsartig (analog der Schallwelle eines Kanonenschusses) grosse Energie in den Raum tragen, sind für Überbrückung grosser Entfernungen unter Verzicht auf Syntonisation geeignet; die letzteren (analog einem Stimmgabelton) besitzen wesentlich gesteigerte Resonanzfähigkeit bei geringerer Tragweite.

Die dritte Etappe erscheint mit Marconis, aus Rutherfords[2]) Untersuchungen hervorgegangenem, magnetischem Detektor eingeleitet, der den in keiner Weise definierten Kohärer durch einen elektrisch wohldefinierten Wellenentdecker gleicher oder gar noch höherer Empfindlichkeit ersetzt: ein Bündel hartgezogenen Eisendrahtes wird einer langsamen, zyklischen Magnetisierung unterworfen; sobald eine elektrische Welle um das Bündel geleitet wird, erleidet die Magnetisierung des Eisens, namentlich in den steilsten Ästen der Magnetisierungskurve, eine sprungweise Verminderung und veranlasst in einer benachbarten Drahtspule Induktionsstösse, die z. B. in einem Telephon ein Knacken verursachen.

1) M. Wien, Ann. der Phys. **8**, 686, 1902.

2) E. Rutherford, Phil. Trans. (A), **189**, 1, 1897; Marconi, Electrician, Juli 18, 1902.

2. So bemerkenswert nun auch die Erfolge sind, die Dank der zähen Arbeit der Konkurrenten durch die geschilderten Mittel erzielt sind, so wird man doch immer wieder zu der Überzeugung gedrängt, dass sie ausser Vergleich stehen mit dem, was eine volle Verwertung des Resonanzprinzips erzielen lassen müsste. Das gilt sowohl für die Weite der Übertragung, wie namentlich auch für die Schärfe der Abstimmbarkeit, die für die praktische Verwertung wohl noch schwerer ins Gewicht fällt.

Denn alle bisherigen Sender sind weit davon entfernt, eine scharfer Resonanz fähige Strahlung zu liefern, weil sie doch immer nur von relativ langen Pausen unterbrochene Züge gedämpfter Wellen entsenden.

Von der Möglichkeit, ungedämpfte Wellen, d. h. hochfrequente Wechselströme zu erzeugen, ist also der weitere Fortschritt prinzipieller Art zu erwarten.

Sie würde nicht nur die jetzige drahtlose Telegraphie auf eine weit vollkommenere Stufe bringen, sondern auch, wie hier nicht weiter ausgeführt werden soll, die Lösung des bisher noch nicht versuchten Problems der drahtlosen Telephonie mit Hilfe Hertzscher Wellen in prinzipiell einfacher Weise gestatten.

Auf die Bedeutung, die die Erzeugungsmöglichkeit hochfrequenter Wechselströme, d. h. dauernder und ungedämpfter elektrischer Schwingungen, für die wissenschaftliche Durchforschung des Gebietes der Ätherphysik haben müsste, braucht kaum besonders hingewiesen zu werden.

3. Von diesen Erwägungen geleitet, haben wir seit längerer Zeit unsere Aufmerksamkeit auf das Problem der Erzeugung solcher Schwingungen gerichtet und schon auf der Hamburger Naturforscherversammlung einige Bestrebungen mitgeteilt, das angedeutete Ziel zu erreichen.[1])

Namentlich haben wir dort ausführlich auf die prinzipielle Bedeutung des Duddellschen singenden Flammenbogens für die vorliegende Frage hingewiesen.

Dieses Duddellsche Phänomen besteht kurz in folgendem (Fig. 3).

Zweigt man an den beiden Elektroden eines Gleichstromflammenbogens einen Stromzweig ab, der eine Drahtspule aus dickem Drahte (Selbstinduktion) L und einen Kondensator C enthält, so entstehen in diesem Zweige bei bestimmten Betriebsbedingungen des Flammenbogens dauernde Wechselströme von nahe

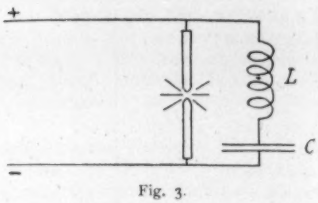


Fig. 3.

sinusförmigem Verlauf und einer Grundperiode $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Man erkennt das Auftreten dieser Wechselströme an dem Tone, den sie nach dem Prinzipe des „tönenden Flammenbogens" in dem Lichtbogen erzeugen.[1])

Also: Selbstthätige Umwandlung eines Gleichstromes in elektrische Schwingungen, ermöglicht durch eine eigentümliche Eigenschaft eines vom Strome durchflossenen Gases, ist das Kennzeichen des Duddellschen Versuches.

Die ganze Anordnung wirkt, wie wir schon früher betonten, analog einer von einem stetigen Luftstrome angeblasenen Orgelpfeife; die Luftlamelle, die dauernd gegen das Labium der Pfeife strömt, hat dieselbe Funktion wie der Flammenbogen; sie leitet, und zwar im Rhythmus der Eigentöne der Pfeife, die Strömung bald in die Pfeife, bald daran vorbei. Die Trägheit der in der Orgelpfeife abgeschlossenen Luftmasse entspricht der Selbstinduktion, die Elastizität dieser Luftmasse der Kapazität.

4. Das Auftreten dieser Erscheinung ist, wie Duddell und andere gezeigt haben, daran geknüpft, dass $\frac{dE}{d\mathfrak{J}}$ für den Flammenbogenkreis negativ ist, d. h. dass sich der Flammenbogen in einem fallenden Aste seiner „Charakteristik" befindet.[2]) Leider lässt sich die Schwingungszahl n nicht über etwa 20000 pro Sekunde steigern. Wir glaubten aber von ihr aus zu einem Prinzipe gelangen zu können, das uns in Bezug auf die Frequenz weniger Beschränkungen zu unterliegen schien, nach folgender Überlegung:

Ein Flammenbogen besitzt seine Leitfähigkeit nur so lange, als die die Elektroden trennende Strecke durch den Strom mit Elektrodendampf erfüllt und leitend (ionisiert) gehalten wird. Dazu ist, wenn der Flammenbogen einmal eingeleitet ist, eine im allgemeinen kleine Spannung von der Grössenordnung 50 Volt ausreichend. Hört die Spannung an den Elektroden auf zu wirken, so stellt sich, namentlich bei Metallen, ausserordentlich rasch der Zustand der Nichtleitung her, und es muss eine sehr hohe, die gewöhnliche Brennspannung weit über-

1) H. Th. Simon und M. Reich, Diese Zeitschr. **3**, 278, 1902.

1) W. Duddell, Electrician **46**, 269 u. 310, 1900; vgl. diese Zeitschr. **2**, 425—27 u. 440—42, 1901.

2) H. Th. Simon und M. Reich, l. c.

steigende Spannung von vielen Tausend Volt angelegt werden (dieselbe, die man als das Funkenpotential bezeichnet), um den Flammenbogen aufs Neue einzuleiten. Diese Eigenschaft der metallischen Funkenstrecken ist es z. B. auch, die einen Wechselstromflammenbogen mit niedriger Wechselspannung von kleiner Frequenz zu unterhalten, unmöglich macht.[1])

Es sei nun (Figur 4) A eine Gleichstromquelle von einer solchen Spannung, dass sie das Funkenpotential bei der Funkenstrecke B erreicht. Der Funkenstrecke B sei ein aus

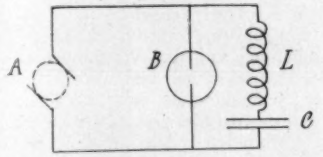


Fig. 4.

Selbstinduktion L und Kapazität C bestehendes System parallel geschaltet. Legt man die Spannung A an B, so wird sich zunächst C zum Potential A laden, dann wird der Flammenbogen bei B einsetzen und nunmehr die Kapazität C sich durch LB oszillatorisch entladen. In der ersten Entladungsperiode unterstützt also die Spannung von C die von A, in der nächsten, beim Zurückströmen, wirkt sie ihr entgegen und kompensiert sie am Ende dieser Periode für einen Moment überhaupt. Dieser Moment genügt unter Umständen, die Leitfähigkeit der Funkenstrecke zum Verschwinden kommen zu lassen, und nunmehr wiederholt sich das Spiel von neuem. Das System LC ist von einem entsprechenden Hochfrequenzstrome der Grundperiode $T=2\pi\sqrt{LC}$ dauernd durchflossen.

War das Duddellsche Phänomen die elektrische Analogie zu der angeblasenen Lippenpfeife, so kann dieses ersichtlich als die Analogie zu der Zungenpfeife bezeichnet werden.

Bis zu wie hohen Schwingungszahlen man das Phänomen erhalten kann, lässt sich nur durch den Versuch entscheiden.

5. Seit längerer Zeit sind wir beschäftigt, das nach dieser Überlegung zu erwartende Phänomen zu verwirklichen.

Bei Gelegenheit solcher mit einer Quecksilberlampe im Herbst vorigen Jahres angestellten Versuche, denen Herr Dr. v. Recklinghausen beiwohnte, teilte uns derselbe mit, dass Herr Hewitt an seiner Quecksilberlampe eine „Unterbrecherwirkung" beobachtet habe, wenn er sie mit hochgespanntem Wechselstrom betrieb und ihr eine Kapazität parallel schaltete.

Neuerdings[1]) ist ein Bericht über diese interessante und wichtige Beobachtung erschienen, aus dem wir ersehen, dass es sich bei derselben um eine mit der von uns gesuchten engverwandte Erscheinung handelt. Die Wiederholung und Erweiterung der von Herrn Hewitt mitgeteilten Versuche hat uns im Zusammenhange mit unseren älteren Versuchen zu einer theoretischen Aufklärung der vorliegenden Fragen und einer Reihe von praktischen Folgerungen geführt, die uns für das Problem der rationellen Erzeugung elektrischer Schwingungen von grundlegender Bedeutung zu sein scheinen, durch die uns das oben angedeutete Ziel der Erzeugung hochfrequenter Wechselströme prinzipiell erreicht zu sein scheint.

6. Unsere Versuche wurden zunächst mit Hilfe einer im hiesigen Institute befindlichen Gleichstrommaschine von 3000 Volt und 0,5 Amp. Stromstärke in folgender Weise angestellt: Der geeignetste metallische Flammenbogen bot sich in der Aronsschen Quecksilberlampe, dessen Leitfähigkeit ausserordentlich schnell verschwindet, sobald die Elektrodenspannung unter ein gewisses Mass sinkt, während andererseits das Entladungspotential sehr beträchtliche Werte hat. Durch Anfügung einer Kühlkammer, d. h. eines an die Lampe angesetzten Kugelgefässes mit grosser Kondensationsoberfläche, welches den Gasdruck in der Röhre dauernd auf einen von Stromstärke und Aussentemperatur abhängigen Wert einreguliert, hat Herr Hewitt[2]) die Aronssche Lampe in sehr glücklicher Weise verbessert und zu einem Apparate von grosser Betriebssicherheit gemacht. Wir benutzten meist die in Figur 5

Fig. 5.

angegebene Lampenform. Die Kugel hatte einen Durchmesser von etwa 15 cm.

Diese Röhre, oder auch eine Aronslampe ohne Kühlkammer mit Wasserkühlung wurde mit der 3000 Voltmaschine verbunden und ihr parallel ein aus einer Leidener Flasche und

1) L. Arons, Wied. Ann. **57**, 185, 1896.

1) Electrical Review (New York) **42**, Nr. 8, 21. Febr. 1903.

2) M. v. Recklinghausen, Elektrotechn. Zeitschrift, **23**, 492, 1902.

einer variablen Selbstinduktion aus dickem Kupferdrahte bestehendes System gelegt.

Da die 3000 Volt nicht ausreichten, die Lampe zu zünden, so musste durch Schütteln der Strom eingeleitet werden. Danach beobachteten wir immer für einige Sekunden an der Leidener Flasche die charakteristischen züngelnden Büschel, wie man sie z. B. von den Teslaversuchen kennt, die auf sehr schnelle Oszillationen in ihrem Kreise hindeuten.

Um das Auftreten der Oszillationen über allen Zweifel zu beweisen und über ihre Frequenz ein Urteil zu gewinnen, koppelten wir mit unserem Schwingungskreise eine Seibtsche Spule:[1]) Auf einen Holzcylinder von 4 cm Durchmesser und 200 cm Länge sind ca. 3000 Windungen eines 0,5 mm dicken seidenumsponnenen Drahtes aufgewickelt, dessen Gesamtlänge demnach ca. 400 m war. Wir regulierten nun die primäre Selbstinduktion unter Benutzung einer von einem Induktorium betriebenen Funkenstrecke so ein, dass die Seibtsche Spule eine stehende Viertelwelle aufnahm, was in der bekannten Weise durch Auftreten der Lichtbüschel erkannt wird. Als wir jetzt wieder die mit 3000 Volt gespeiste Quecksilberlampe an Stelle der Funkenstrecke einschalteten, erschienen heftige Büschelentladungen an der Spitze der Spule, solange der Flammenbogen ausgebildet war. Aus der Drahtlänge der Seibtschen Spule lässt sich eine Wellenlänge von etwa 1600 m schätzen, also eine Frequenz von der Grössenordnung 50000 pro sec. Wir konnten in dieser Weise unter Variation des Produktes LC Schwingungen bis zur Grössenordnung 10^6 pro sec. nachweisen.

Es gelang indes damals nicht, das Phänomen dauernd zu unterhalten; wie wir glaubten, weil die Maschinenspannung und -Leistung nicht ausreichte. Wie wir nachher zeigen werden, aus einem anderen Grunde. Versuche, die Erscheinung mit einer gewöhnlichen Funkenstrecke oder einer solchen in Öl zu erhalten, hatten damals keinen Erfolg.

Für die weitere Durchführung unseres Planes haben wir dann von Schuckert & Cie. Nürnberg, eine 20 P. S.-Maschine für 5000 Volt und 3 Ampère (Modell ZH 20) anfertigen lassen, mit der wir vor kurzem die Versuche wieder aufgenommen haben. Mit derselben erhielten wir wieder das frühere Phänomen, aber auch wieder nur für Sekunden, wenn wir genügenden Widerstand vor die Lampe schalteten und den Schwingungskreis parallel legten. Als wir die Lampe mit dem Parallelsystem ohne Widerstand an die Maschine anlegten und deren Spannung allmählich steigerten, erreichten wir zweimal die Zündung, indes trat das Schwingungsphänomen nicht auf, sondern die Lampe wirkte als Kurzschluss, die Sicherungen brannten durch. In alledem glaubten wir das von uns gesuchte Phänomen erblicken zu dürten, nur schien uns auch die Spannung von 5000 Volt noch nicht ausreichend zu sein, es dauernd zu unterhalten.

7. In diesem Stadium wurden wir mit den Versuchen des Herrn Hewitt bekannt. Dieselben unterscheiden sich von den beschriebenen durch Anwendung von hochgespanntem Wechselstrom, an Stelle des Gleichstroms. Wir haben die Versuche z. B. in folgender Weise wiederholt: Ein Klingelfusssches Induktorium von 40 cm Funkenlänge wurde mit einer Primärspulenschaltung von 648 Windungen aus einer Wechselstrommaschine von 180 Volt erregt. Mit der Sekundärspule war eine Quecksilberlampe und das parallel geschaltete Schwingungssystem verbunden. Alle möglichen Formen von Lampen erwiesen sich als geeignet, am meisten allerdings die symmetrischen mit grosser Kühlkugel. Meist wurden wieder zwei Seibtsche Spulen mit dem Schwingungskreise gekoppelt, um die Grössenordnung und Intensität der Schwingungen beobachten zu können. Wird das Induktorium mit etwa 6 Amp. primär erregt, und das Seibtsche System auf Resonanz einreguliert, so erscheinen an den Enden der Spulen mächtige Büschelbäume, die einen Raum von 40—50 cm Durchmesser erfüllen. Zwischen den Enden der Spulen lassen sich Funkenstränge bis zu 30 und mehr cm Länge erhalten. Die Schwingungszahl kann beliebig vergrössert werden. Auch eine ganz kleine Leidener Flasche, deren Belegungen einige cm^2 gross sind, liefert noch die Schwingungen.

8. Wir waren zunächst geneigt, anzunehmen, dass auch hier das von uns gesuchte Phänomen vorliege. Innerhalb der relativ langsamen Wechsel des Erregerwechselstromes konnte ja der oben skizzierte Vorgang sich genau so abspielen, wie bei Gleichstromerregung. Eine nähere Untersuchung hat ein ganz anderes Resultat gezeigt.

Zunächst versuchten wir, die Resonanzfähigkeit eines mit dem Hewittschen „Unterbrecher" erregten Braunschen Systems auf ein entsprechendes Empfangssystem zu prüfen, indem wir als Resonanzindikator ein Riess-Braunsches Thermometer[1]) in den Primärkreis des Empfangssystems einschalteten. Obschon die Resonanzwirkung recht kräftig auftrat, erwies sie sich doch lange nicht so ausgeprägt, als sie hätte sein müssen, wenn der Erreger ungedämpfte Wellenzüge ausgesandt hätte: Das schwachgedämpfte Empfangssystem ver-

1) G. Seibt, Diese Zeitschrift **4**, 99, 1902.

1) F. Braun, Die Funkentelegraphie, S. 64.

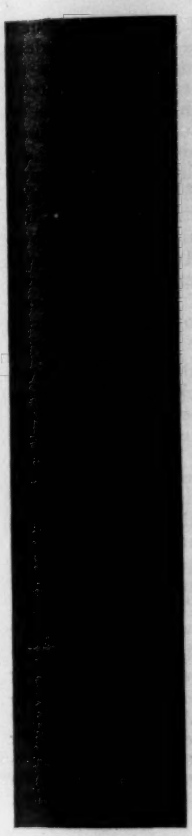


Fig. 6.

trug eine beträchtliche Verstimmung, ohne die Resonanz zu verlieren.

Wir haben dann das Bild der Lampenelektroden auf einen schnell bewegten photographischen Film geworfen, um den Vorgang des „Unterbrechens" in der Quecksilberlampe zeitlich aufzulösen.

Ein derartiges in Fig. 6 wiedergegebenes Bild lässt erkennen, dass innerhalb jedes Wechsels der Wechselstrommaschine eine ganze Anzahl von „Zündungen" der Lampe auftreten, die durch relativ lange Pausen unterbrochen sind, in denen die Lampe nicht brennt. Jede „Zündung" zeigt auf jeder Elektrode den bei Gleichstrombetrieb für die Kathode charakteristischen hellleuchtenden Ansatzpunkt des Flammenbogens, ein Beweis, dass der Vorgang innerhalb jeder Zündung ein oszillatorischer ist, der sich freilich mit den verwendeten Filmgeschwindigkeiten nicht auseinanderlegen liess. Zum Vergleiche haben wir in derselben Weise die Funken aufgenommen, die beim Ersatz der Lampe durch eine Funkenstrecke das Schwingungssystem anregen (Fig. 7). Auch hier zeigt sich innerhalb jedes Wechsels eine ganze Schar von Zündungen, jede eine oszillatorische Entladung des Kondensatorsystems einleitend.

9. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass wir es bei dem Hewittschen „Unterbrecher" genau mit demselben Vorgang zu thun haben, der auch bisher zur Erregung von Schwingungen benutzt worden ist: Das Induktorium ladet die Leidener Flasche wegen seiner grossen Sekundärinduktanz relativ langsam, bis das Funkenpotential der Lampe, bezw. der Funkenstrecke erreicht ist. Alsdann erfolgt die gedämpfte oszillatorische Entladung der Flasche innerhalb einer gegen die Zeit des Aufladens sehr kurzen Epoche. Die Leitfähigkeit verschwindet, sobald die Spannungsamplitude unter einen gewissen Wert gekommen ist, und nunmehr beginnt der Vorgang von neuem. Die Quecksilberlampe stellt eine Vakuumfunkenstrecke dar; die Wellen, die mit ihrer Hilfe erregt werden, sind nach ihrem Charakter ganz identisch mit denjenigen, die man bisher mittels gewöhnlicher Funkenstrecken erhielt. Indessen bietet sie vor diesen ganz ausserordentliche praktische Vorteile, welche sich in den beschriebenen mächtigen Wirkungen am Braunschen Resonanzsystem bereits zu erkennen gaben.

10. Diese Vorteile sind vor allem eine Folge des sehr viel höheren Entladungspotentiales der Quecksilberlampe. Durch eine parallel geschaltete Funkenstrecke haben wir in Übereinstimmung mit den Angaben

Fig. 7.

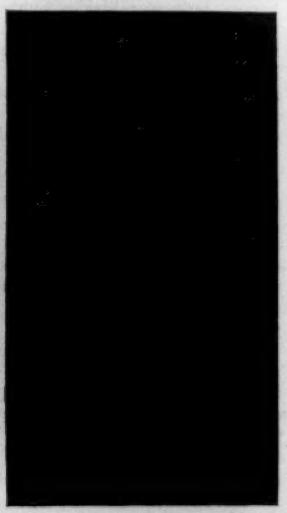


Fig. 8.

Hewitts[1]) für die oben beschriebene Lampe ein Entladungspotential von 14000 Volt ermittelt. Eine andere Lampe, deren Vakuum sich im Laufe der Versuche mehr und mehr verbesserte, zeigte schliesslich ein Entladungspotential von über 50000 Volt, sodass sich bei den Versuchen die verwendete Leidener Flasche mit mächtigen Knallfunken über die 20 cm lange Glasbahn hinweg entlud. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Funkenstrecken gestattet die Quecksilberlampe die Steigerung des Entladungspotentiales ohne gleichzeitige Steigerung der Dämpfung der Schwingungen, sodass man wesentlich grössere Energiemengen in die Schwingungen hineingeben kann.

1) l. c.

Ferner ist die bei Funkenstrecken in Luft vorhandene Neigung zum „Inaktivwerden" der Bahn ausserordentlich verringert, eine Folge der erwähnten Eigenschaft leitender Metallgase, ihre Leitfähigkeit sehr viel schneller zu verlieren, wenn die erregende Ursache aufhört, als leitend gemachte Luft. Wir werden auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Ob die Entladung in dem Quecksilberbogen an sich vielleicht doch mit geringerer Dämpfung erfolgt, als in gewöhnlichen Funkenstrecken, bleibt nachzuweisen. Unsere Resonanzversuche sprechen vorläufig nicht dafür.

11. Es ist ersichtlich, dass dieser Vorteil von Funkenstrecken im Vakuum nicht an Quecksilberfunkenstrecken allein gebunden sein kann. Jede metallische Funkenstrecke im Vakuum muss die gleichen, ev. noch grössere Vorteile aufweisen. In der That erhielten wir mit solchen Funkenstrecken, zum Beispiel mit Entladungsröhren, Röntgenröhren etc., ganz dieselben gesteigerten Wirkungen, sobald es uns gelang, die sehr hohen Entladungspotentialezu erreichen.

An sich wären solche Funkenstrecken wegen des höheren Entladungspotentials und der noch grösseren Geschwindigkeit des Nichtleitendwerdens der Quecksilberlampe sogar überlegen. Indes ist die Metallzerstäubung bei ihnen eine so lebhafte, dass die Röhre bald unbrauchbar wird. Von diesem Fehler, der sich vielleicht wird überwinden lassen, ist die Quecksilberlampe naturgemäss frei.

Das Entladungspotential solcher Funkenstrecken im Vakuum nimmt mit wachsendem Gasdrucke ab. Eine Quecksilberlampe arbeitet daher mit immer mehr abnehmender Intensität, wenn z. B. allmählich Luft eingelassen wird, oder wenn man das Quecksilber erwärmt. Stehen ihre Elektroden nahe genug, so lassen sich alle Übergänge von der Vakuumfunkenstrecke bis zur Funkenstrecke in Luft durchlaufen.

12. Diese Auffassung des Hewittschen Versuchs, zu der wir gelangt sind, wirft auch auf unsere in 6. beschriebenen Gleichstromversuche ein neues Licht. Auch eine Gleichstromquelle muss genau das gleiche Phänomen liefern, wenn man sie durch genügende Selbstinduktion an eine Leidener Flasche anlegt und der Flasche einen die Quecksilberlampe enthaltenden Entladungskreis parallel legt. Unsere oben geschilderten Versuche waren demnach möglicherweise nicht so zu deuten, wie es unsere eingangs erwähnte Überlegung wollte, sondern auch hier konnte langsames Aufladen der Flasche zum Entladungspotential und darauffolgende sehr schnelle oszillatorische Entladung angenommen werden.

Um darüber zu entscheiden, stellten wir eine Quecksilberlampe mit geringerem Vakuum her, sodass sie bei 5000—6000 Volt zündete. Mit dem Wechselstromtransformator zeigte sie das Hewittsche Phänomen. Nun benutzten wir unsere 5000 Voltmaschine als Stromquelle, indem wir die Sekundärspule des Induktoriums als Selbstinduktion in die Zuführung zu der Leidener Flasche einschalteten. Die Lampe erregte so in der That dauernd den Schwingungskreis, die Anzahl der Zündungen nahm, wie beim Wechselstrom, mit der Spannung der Maschine zu. Fig. 8 zeigt eine Photographie der Lampenelektroden auf dem bewegten Film. Auch eine Hochspannungsbatterie von 5000 Volt lieferte, wie zu erwarten, in dieser Weise die Schwingungen.

Wir ersetzten dann bei den Gleichspannungsversuchen die Lampe durch eine gewöhnliche Funkenstrecke. Im Momente der Zündung traten die Schwingungen sehr energisch auf, dann aber entwickelte sich ein kontinuierlicher Flammenbogen. Nur wenn die Aufladungszeiten, also die Pausen durch Vergrösserung der vorgeschalteten Selbstinduktion genügend vergrössert werden, kann man dauernd aktive Entladungen auch mit Gleichspannung unterhalten. Das Inaktivwerden von Funkenstrecken besteht demnach darin, dass die Pausen zwischen den Zündungen nicht gross genug sind, um die Leitfähigkeit zum Verschwinden kommen zu lassen.

13. Die Vorgänge lassen sich in einfacher Weise quantitativ diskutieren. Diese Diskussion giebt einmal unsere Versuchsresultate mit aller Strenge wieder, andererseits bringt sie für die Erreichung des Zieles, auf das unsere Bemühungen gerichtet sind, dauernd ungedämpfte Schwingungen zu erzeugen, exakte Gesichtspunkte bei.

Das Potential e zur Zeit t einer an eine Gleichspannungsquelle E im Momente 0 angeschlossenen Leidener Flasche ist durch die Differentialgleichung bestimmt

$$\frac{d^2e}{dt^2} + \frac{R}{L}\cdot\frac{de}{dt} + \frac{e}{LC} = \frac{E}{L},$$

wo R der Widerstand, L die Selbstinduktion der Zuleitung, C die Kapazität der angehängten Leidener Flasche ist.

In unserem Falle ist:

$$L = 1000 \text{ Henry}$$
$$R = 12000 \text{ Ohm}$$
$$C = 0{,}004 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}.$$

Es zeigt sich, dass $R^2C < 4L$, d. h. dass wir einen oszillatorischen Ladungsvorgang haben, wovon wir uns auch durch oszillographische Beobachtung direkt überzeugten.

Das Integral dieser Gleichung mit Berücksichtigung der Grenzbedingungen ist:

$$e = E - \frac{2E\sqrt{LC}}{\sqrt{4LC - R^2C^2}} \cdot \varepsilon^{-\frac{R}{2L}t} \cdot \sin\left\{\frac{\sqrt{4LC-R^2C^2}}{2LC}t + arctg\frac{\sqrt{4LC-R^2C^2}}{RC}\right\}.$$

(ε Exponentialfunktion).

Da R^2C^2 in unserem Falle gegen $4LC$ zu vernachlässigen ist, und die Phasenverschiebung so gut wie $\frac{\pi}{2}$ ist, ergiebt sich:

$$e = E\left\{1 - \varepsilon^{-\frac{R}{2L}t} \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}\right\}.$$

Für unseren Fall:

$$e = E(1 - \varepsilon^{-6t} \cos 0{,}5 \cdot 10^3\, t).$$

Fig. 9 giebt den Verlauf der berechneten und beobachteten Ladungskurve in ihrem ersten Teile für verschiedene E an. Zieht man eine Parallele zur Abszisse mit dem Werte V des Entladungspotentiales, so bestimmt dieselbe durch ihre Schnittpunkte mit den Kurven e die Aufladungszeiten, die jedesmal bis zu einer Zündung vergehen müssen. Im Falle unserer Versuche sind diese Zeiten von der Grössenordnung der Tausendstel Sekunde, wie sie sich auch aus unseren photographischen Aufnahmen ablesen lassen, bei denen die deutlich markierten Wechsel des Erregerstromes von $^1/_{100}$ Sek. die Zündungsperioden zu schätzen gestatten. (Vergl. Fig. 6.) Die mit Wechselstrom erhaltenen Aufnahmen bestätigen zugleich, dass man umsomehr Zündungen erhält, je höher man die Spannung E treibt. Zu den Zeiten, wo die Wechselspannung fällt oder steigt, zeigen unsere Photographien demgemäss sehr viel seltenere Zündungen. Mit der Gleichspannung ergiebt sich eine völlige Übereinstimmung der theoretischen und praktischen Zündungszeiten.

Die Schwingungszahl der nach der Zündung im Schwingungskreise ablaufenden gedämpften Oszillationen war etwa 10^5 bis 10^6 in der Sekunde. Die zahlreichen Untersuchungen solcher Schwingungen von Feddersen bis auf den heutigen Tag zeigen[1]), dass dieselben sehr schnell abklingen, namentlich wenn man ein Braunsches Strahlsystem damit bethätigt.[2]) Mit der Annahme von 10 ganzen Schwingungen als obere Grenze bis zum Abklingen auf ein Potential, bei dem die Leitfähigkeit des Flammenbogens nicht mehr bestehen kann, dürfte man schon recht hoch gegriffen haben. Somit würde sich dieser Entladungsvorgang innerhalb 10^{-4} bis 10^{-5} Sekunden längstens abspielen, Zeiten, die thatsächlich gegen die Ladungszeiten klein sind.

14. An der Hand dieser theoretischen Klarstellung dürfte es keine Schwierigkeit haben, die beschriebenen Vorgänge zur Konstruktion von Wellenerregern auszubilden, die geradezu unbegrenzte Mengen von Strahlungsenergie in Form von Zügen gedämpfter Wellen rationell in den Raum zu entsenden gestatten. Denn durch geeignete Wahl der Konstanten des Systems, sowie durch Vergrösserung der Betriebsspannung lassen sich die Pausen zwischen den Zündungen soweit verkürzen, dass sich schliesslich ein Wellenzug an den anderen reiht. Die Vakuumfunkenstrecke gestattet ausser der Steigerung des Entladungs-

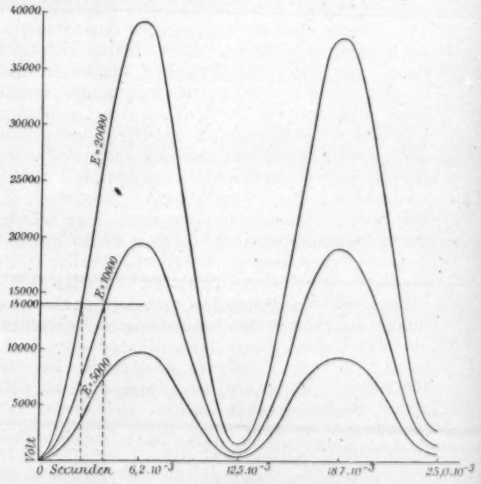


Fig. 9.

potentials, im Gegensatze zu der Luftfunkenstrecke, die Pausen zwischen den Entladungen sehr klein zu machen.

Dass dabei Gleichstromquellen hoher Spannung in jedem Falle wirksamer sein müssen, wie Wechselströme, sei besonders betont. Nur ein durch die historische Entwickelung veranlasster Mangel an klarbewusster Einsicht in den Vorgang der gewöhnlichen Wellenerzeugung konnte verhindern, dass man nicht schon längst zur Gleichspannungserregung übergegangen ist.

Da die Ladung der Kapazität periodisch erfolgt und dadurch im ersten Aste der Ladungskurve sogar fast die doppelte Erregerspannung erreicht wird, so braucht nicht einmal unter allen Umständen die stationäre Spannung der Maschine das Entladungspotential zu erreichen.

Dass es freilich gewaltige Maschinen sein

1) Vergl. z. B. A. Battelli und L. Magri, diese Zeitschr. 4, 181, 1903.
2) Vergl. M. Wien l. c.

müssen, die hier notwendig sind, lässt sich leicht überschlagen. M. Wien[1]) hat schon für die Leistung, die durch die Strahlung einer Entladung eines in der alten Weise erregten Braunschen enggekoppelten Systems repräsentiert wird, 1955 P. S. geschätzt. Je mehr man durch Abkürzung der Zündungszeiten zu einer kontinuierlichen Aufeinanderfolge der Wellenzüge gelangt, desto mehr wird sich die Leistungsfähigkeit der erforderlichen Maschine einer solchen Zahl von einigen Tausend P. S. nähern müssen. Alsdann würde man allerdings auch dauernd die entsprechende Leistungsfähigkeit in Form elektrischer Feldenergie in den Raum hinausstrahlen.

15. Die vorstehenden Untersuchungen zeigen, dass das erstrebte Ziel, ungedämpfte elektrische Schwingungen von grosser Resonanzfähigkeit zu erzeugen, mit den mitgeteilten Anordnungen noch nicht erreicht ist. Indes bieten sich von ihnen aus zwei Möglichkeiten dahin zu gelangen. Einmal würde, falls es gelänge, durch einen gekoppelten Strahldraht der Oszillation jedesmal soviel Energie zu entziehen, dass schon die zweite Schwingungsperiode auf eine verschwindende Amplitude gedämpft wäre, schliesslich der geschilderte Vorgang in den von uns gesuchten übergehen. Man würde durch Aneinanderreihen solcher Einzelimpulse dauernd ungedämpfte elektrische Wellen von unserem Strahldrahte erhalten. Andererseits bietet die Verwendung unsymmetrischer Funkenstrecken in den beschriebenen Versuchen ein Mittel, den Ablauf der oszillatorischen Entladung auf ein einziges Abströmen zu beschränken. Verstehen wir unter unsymmetrischen Funkenstrecken solche, bei denen zur „Zündung" in dem einen Sinne eine grössere Spannung erfordert wird, wie im anderen (man bezeichnet ein solches durch vielerlei Mittel zu erzielendes Verhalten wohl als Ventilwirkung), und legt man die Spannung so an, dass die Entladung der Kapazität mit der kleineren Spannung erfolgt, so wird sich der Vorgang folgendermassen abspielen:

Zunächst Aufladen der Kapazität, dann Entladung durch die Funkenstrecke und Umladen der Kapazität; weiter, da das Zurückströmen der Flaschen-Ladungen wegen der Ventilwirkung unmöglich ist, Ausgleich derselben gegen die Stromquelle und Nichtleitendwerden der Funkenstrecke; nun Wiederholung der Aufladung u. s. f. Der Kapazitätskreis wäre von einem hochfrequenten Wechselstrome dauernd durchflossen. Ein entsprechendes Verhalten glauben wir an einer unsymmetrischen Quecksilberlampe beobachtet zu haben, begnügen uns indes mit dieser Andeutung, weil wir in Kürze ausführlich darüber berichten zu können hoffen.

1) l. c.

Dabei wird es sich auch zeigen, ob die in 4. auseinandergesetzte allgemein zu erwartende Schwingungserscheinung sich rein verwirklichen lässt. Dass sie bei richtig gewählten Versuchsbedingungen auftreten muss, erscheint uns jetzt sicherer als je. Ob sie allerdings so hohe Frequenzen erzielen lassen wird, wie wir bisher erwarteten, ist uns zweifelhaft geworden.

Göttingen, Physikalisches Institut der Universität, Abtlg. für angewandte Elektrizitätslehre.

(Eingegangen 10. März 1903.)

Zur Theorie des Grammeschen Ringes.[1])

Von K. R. Johnson.

In der vorigen Mitteilung wurden die Vorgänge behandelt, die sich beim Ausschalten der äusseren Strombahn im Grammeschen Ringe abspielen, und es ergab sich dabei, dass die Sinuswelle, die die Drahtwindungen in einer der Umdrehung entgegengesetzten Richtung durchläuft, durch die Gleichungen (6), (10) und (11) dargestellt werden konnte, welche Gleichungen sich folgenderweise vereinfacht schreiben lassen

$$(12)\qquad \begin{cases} V = \dfrac{T}{cl} \cdot i = \dfrac{T}{cl} \cdot \dfrac{e_0}{w} \cos\varphi \sin\left(\pi \dfrac{\xi}{l} - \varphi\right) \\ tg\,\varphi = \dfrac{\pi}{T} \dfrac{(\rho + k)}{w} \left(\dfrac{\lambda^2}{l^2} - 1\right), \end{cases}$$

wo ξ eine längs dem Drahte gerechnete, im Magnetfelde bestimmte Lage angiebt, welche sämtliche Windungen des Ringes beim Umdrehen desselben nacheinander einnehmen.[2]) Um eine Gleichstrommaschine zu erhalten, bringt man den Ring durch zwei im Magnetfelde unbewegliche Kontakte in leitende Verbindung mit einer äusseren Strombahn, und um eine möglichst grosse elektromotorische Kraft zu erhalten, muss man die Lage der Kontakte durch die Beziehung

$$\pi \frac{\xi}{l} - \varphi = + \frac{\pi}{2}$$

bestimmen. Die Spannung erreicht dadurch einen maximalen Betrag, indem das Potential am einen Kontakte den Wert

$$V_m = \frac{T}{cl} \cdot \frac{e_0}{w} \cos\varphi$$

und am anderen

$$V_n = -\frac{T}{cl} \cdot \frac{e_0}{w} \cos\varphi$$

1) Fortsetzung zu dem Aufsatze in dieser Zeitschrift **4**, 190–94, 1902.

2) In der oben citierten Formel (10) lies $\pi\left(\frac{\xi}{l} - \varphi\right)$ statt $\pi\left(\frac{\xi}{l} - 1\right)$

erhält. Eine Wechselstrommaschine erhält man wiederum, wenn die Kontakte am Ringe befestigt und mit ihm mitbewegt werden, wobei die den Kontaktpunkten entsprechenden ξ-Werte mit der Umdrehungsgeschwindigkeit verändert werden, während dagegen die Lage der Kontakte durch einen konstanten Wert von

$$x = \xi + l\frac{t}{T}$$

charakterisiert wird. Im ersteren Falle, bei der Gleichstrommaschine, wird die Potentialdifferenz der Kontaktpunkte

$$V_m - V_n = \frac{2T e_0 \cos\varphi}{c l w}$$

durch den Ablauf des äusseren Stromes herabgesetzt, eben wie die Polspannung einer Batterie beim Schliessen ihres Stromkreises. Bei der Wechselstrommaschine wird dagegen die an den Kontakten auftretende, periodisch variierende Spannungsdifferenz durch die Einschaltung der äusseren Strombahn nicht merklich beeinflusst, wie die folgende Überlegung zeigt.

Aus den oben benutzten Gleichungen (3) und (4) erhält man für $E=0$ die resultierende Gleichung

$$(13)\quad -\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + w c \frac{\partial V}{\partial t} + (p+k) c \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = 0,$$

die also für eine Drahtleitung gelten muss, die, wie die äussere Strombahn, von keiner magnetischen Kraft beeinflusst wird; und weil das Potential am einen Kontaktpunkte

$$V' = \frac{T e_0 \cos\varphi}{c l w} \cdot \sin\left(\pi \frac{t}{T} + \varphi\right),$$

am anderen

$$V'' = -\frac{T e_0 \cos\varphi}{c l w} \cdot \sin\left(\pi \frac{t}{T} + \varphi\right)$$

beträgt, wenn nämlich die Kontakte durch $x=l$ und $x=0$ bestimmt werden, so müssen wir für die Gleichung (13) eine Auflösung wählen, die die Periode $2T$ besitzt. Die Lösung kann folgenderweise geschrieben werden:

$$(14)\quad \begin{cases} V_1 = A \cdot e^{-ax} \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} - \frac{t}{T}\right) + \psi_1\right] \\ \quad + B e^{-ax} \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} + \frac{t}{T}\right) + \psi_2\right] \end{cases}$$

wenn wir V_1, x_1, l_1 statt V, x, l setzen, um dadurch anzugeben, dass das Integral (14) sich auf die Vorgänge in der äusseren Strombahn bezieht. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass diese Lösung voraussetzt, dass der Widerstand wl, keine Konstante ist, sondern als die folgende Funktion der Wellenlänge λ_1

$$w l_1 = \frac{2\pi T}{c}\sqrt{\frac{1}{l_1^2} - \frac{1}{l_1^2}}$$
$$= 2\pi u_1 (p+k)\sqrt{\frac{\lambda_1^2}{l^2} - 1}$$

dargestellt werden kann, denn die Differentialgleichung (13) erfordert die folgenden Werte der Dämpfungskonstante

$$a = \pi\sqrt{\frac{1}{l_1^2} - \frac{1}{\lambda_1^2}} = \frac{c w l}{2T}.$$

Dass der Widerstand von der Frequenz abhängt, ist zwar aus der Erfahrung bekannt, obwohl diese Abhängigkeit in anderer Weise formuliert wird. Hier wollen wir die örtliche Dämpfung ganz vernachlässigen, und deswegen kann es uns gleichgültig sein, ob der oben gegebene Wert von a genau richtig ist oder nicht.[1]) Wenn die Dämpfung vernachlässigt wird, so ergiebt sich für die in der äusseren Strombahn stattfindende Bewegung statt der Gleichung (14) die folgende

$$(14a)\quad \begin{cases} V_1 = A \cdot \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} - \frac{t}{T}\right) + \psi_1\right] \\ \quad + B \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} + \frac{t}{T}\right) + \psi_2\right] \end{cases}$$

und die entsprechende Stromstärke i_1 wird aus der Gleichung (3) berechnet, wobei sich ergiebt

$$(15)\quad \begin{cases} i_1 = +\frac{A l_1}{T} c \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} - \frac{t}{T}\right) + \psi_1\right] \\ \quad - \frac{B l_1}{T} c \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1} + \frac{t}{T}\right) + \psi_2\right] \end{cases}$$

Damit die Elektrizitätsbewegung in der äusseren Strombahn die Vorgänge im Grammeschen Ringe nicht beeinflussen möge, muss erstens die Stromstärke i_1 an den beiden Kontakten stets Null bleiben oder

$$(16)\quad \begin{cases} -A \sin\psi_1 + B \sin\psi_2 = 0 \\ +A \cos\psi_1 + B \cos\psi_2 = 0 \end{cases}$$

und zweitens muss auch das Potential V_1 für $x_1 = 0$ und $x_1 = l_1$ mit den Potentialen V' und V'', die die Kontakte beim Ausschalten der äusseren Bahn besitzen, gleich sein. Dadurch ergeben sich also die Gleichungen

$$(17)\quad \begin{cases} -A \cos\psi_1 + B \cos\psi_2 = \frac{T e_0 \cos^2\varphi}{c l w} \\ +A \sin\psi_1 + B \sin\psi_2 = -\frac{T e_0 \sin\varphi \cos\varphi}{c l w} \end{cases}$$

und die Integrationskonstanten werden durch die Gleichungen (16) und (17) vollständig bestimmt. Man erhält

$$\psi_1 = -\psi_2 = \varphi$$

und

$$A = -B = -\frac{T e_0 \cos\varphi}{2 c l w}.$$

1) Den obigen Formeln gemäss würde a für $\lambda_1 = l_1$ verschwinden und überdies würde auch der Widerstand wl_1 gleich Null werden. Dies würde also bedeuten, dass bei vollkommener Resonanz ein Metalldraht gegenüber stehenden Wellen keinen Widerstand besitzen würde. Diese Folgerung scheint wohl kaum wahrscheinlich, aber vielleicht könnten die letzten Fortschritte der Funkentelegraphie dadurch eine Aufklärung erhalten?

Die Gleichung (14a) nimmt also die folgende Form an

$$(18)\quad V_1 = \frac{T e_0 \cos\varphi}{2 c l w}\left\{\sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1}+\frac{t}{T}\right)+\varphi\right] - \sin\left[\pi\left(\frac{x_1}{l_1}-\frac{t}{T}\right)-\varphi\right]\right\},$$

und dieselbe kann auch

$$(18a)\quad V_1 = \frac{T e_0 \cos\varphi}{c l w}\cdot\cos\pi\frac{x_1}{l_1}\sin\left(\pi\frac{t}{T}+\varphi\right)$$

geschrieben werden. Weiter ergiebt sich für die Gleichung (15)

$$(19)\quad i_1 = -\frac{l_1}{l}\cdot\frac{e_0\cos\varphi}{w}\sin\pi\frac{x_1}{l_1}\cos\left(\pi\frac{t}{T}+\varphi\right).$$

Die Gleichungen (18a) und (19) stellen stehende Schwingungen dar; die Stromstärke i_1 variiert in der Mitte des Drahtes ($x_1 = {}^1/_2 l$) zwischen einem positiven Maximum und einem negativen Minimum und bleibt an den beiden Enden stets Null. Sie hat immer dasselbe Vorzeichen längs dem ganzen Drahte. Das Potential bleibt dagegen in der Mitte immer Null und schwankt an den Enden zwischen einem Maximum und einem Minimum. Weil die Stromstärke im Drahte symmetrisch verteilt ist, während das Potential sich nur bezüglich seines numerischen Betrages symmetrisch verhält, indem es in einem Halbteile positiv, im anderen negativ ist, so entspricht dem Integralelemente $V_1 i_1 dt_1$ immer ein numerisch gleiches Element, das gleich entfernt vom anderen Ende des Drahtes liegt und entgegengesetztes Vorzeichen besitzt. Das von $x_1 = o$ bis $x_1 = l_1$ erstreckte Integral ist mithin gleich Null, d. h. die Bewegung setzt ohne Aufwand von Arbeit fort und der Strom der äusseren Strombahn ist, wie man sagt, ein wattloser Strom, was einer stehenden Schwingung gleich kommt. Im allgemeinen wird die für den wattlosen Strom charakteristische Phasenverschiebung von 90° nicht vollkommen erreicht, was wir, der obigen Darstellung gemäss, der örtlichen Dämpfung zuschreiben, die die Stromkurve ein wenig deformiert. Wollen wir diese Änderung der Stromkurve berücksichtigen, so müssen wir auch die Deformierung der im Ringe verlaufenden Schwingungen berechnen, die von der Rückwirkung der stehenden Wellen auf dem Drahte des Ringes herrührt. Diese Berechnung ist indessen allzu weitläufig und scheint ausserdem kein Interesse darzubieten. Kehren wir inzwischen zur Gleichung (12) zurück, so können wir die beiden, zwischen den Kontakten liegenden Hälften des Grammeschen Ringes als Parallelzweige betrachten, die Gleichung 12 gilt dann unverändert nur für die eine Hälfte des Ringes, wo x zwischen $x = O$ und $x = l$ variiert. In der anderen Hälfte müssen wir dagegen auch die Drahtlänge von dem ersteren Kontaktpunkte $x = O$ bis $x = l$ rechnen, statt wie oben von $x = l$ bis $x = 2l$ fortzusetzen. Für die andere Hälfte müssen wir also $2l - x$ statt x in die Gleichung (12) einsetzen und erhalten folglich

$$V' = \frac{T e_0 \cos\varphi}{c l w}\cdot\sin\left[\pi\left(\frac{x}{l}-\frac{t}{T}\right)-\varphi\right]$$

für den ersteren Halbteil und

$$V'' = -\frac{T e_0 \cos\varphi}{c l w}\cdot\sin\left[\pi\left(\frac{t}{l}+\frac{t}{T}\right)+\varphi\right]$$

für den anderen. Jeder Halbteil enthält also die eine der in der äusseren Strombahn interferierenden Weller, von denen die eine einer einfallenden, die andere einer reflektierten Welle entspricht.

Bei dem allgemeinen Fall, wo die magnetische Kraft durch eine Fouriersche Reihe

$$e_1\sin\left(\pi\frac{\xi}{l}+\psi_1\right)+e_2\sin\left(2\pi\frac{\xi}{l}+\psi_2\right)+\cdots\cdots + e_n\sin\left(n\pi\frac{\xi}{l}+\psi_n\right)+\cdots$$

dargestellt wird, kann man die obige Berechnung für jedes einzelne Glied wiederholen. Statt der Gleichungen (12) erhält man z. B. für das n^{te} Glied

$$V_n = \frac{T}{n c l} i_n = \frac{T e_n \cos\varphi_n}{n c l w}\sin\left[n\pi\left(\frac{x}{l}-\frac{t}{T}\right) + \psi_n - \varphi_n\right],$$

$$tg\,\varphi_n = \frac{n\pi(p+k)}{w T}\left[\frac{\lambda^2}{n^2 l^2}-1\right].$$

Für den dem Punkte x gegenüberliegenden Punkt $l + x$ erhält man also das Potential

$$(V_n)_{x+l} = \frac{T e_n \cos\varphi_n}{n c l w}\cdot\sin\left[n\pi + n\pi\left(\frac{x}{l}-\frac{t}{T}\right) + \psi_n - \varphi_n\right]$$

und es folgt mithin, dass die beiden entgegengesetzten Punkte des Ringes dasselbe Potential besitzen, wenn n eine gerade Zahl bedeutet, dass dagegen diese Potentiale nur numerisch gleich sind, wenn n eine ungerade Zahl ist. Die geradzahligen Schwingungen, die im Ringe stattfinden, erzeugen also keine Klemmenspannung und bringen folglich keine Schwingungen in der äusseren Strombahn hervor. Die geraden Schwingungen, welche die magnetische Kraft im Ringe hervorruft, müssen mithin als ein reiner Energieverlust bezüglich des elektrischen Güteverhältnisses gerechnet werden, und sie sind um so mehr zu vermeiden, als sie auch durch die entsprechende Stromwärme das Funktionieren der Maschine beeinträchtigen. Zum Teil werden sie zwar bei Mehrphasenmaschinen verwertet, aber keineswegs vollständig.

(Eingegangen 25. Januar 1903.)

Zirkel zum Gebrauch auf Glastafeln.

Von Karl Hochenegg.

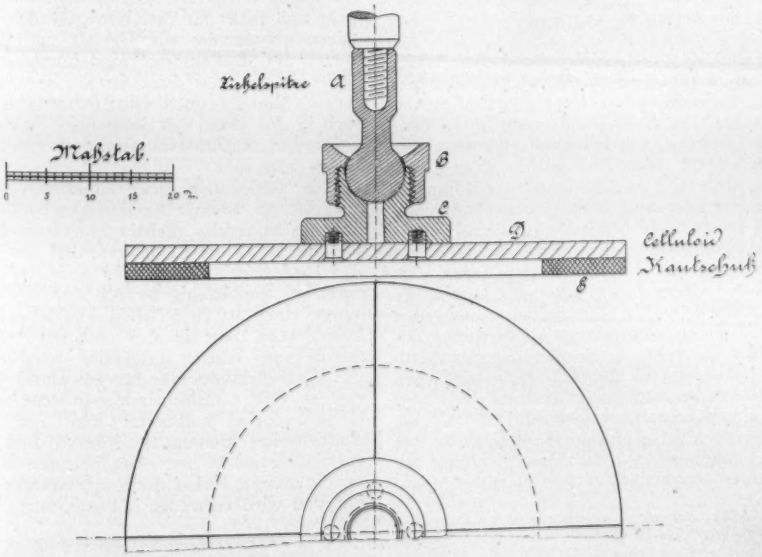
Angeregt durch die Veröffentlichung über „Das neue physikalische Institut der Universität Erlangen" von Professor Dr. Eilhard Wiedemann wurden am Elektrotechnischen Institute der k. k. Technischen Hochschule in Wien Glastafeln in Benutzung genommen. Dieselben haben sich im Gebrauche bisher sehr gut bewährt, es ergab sich jedoch der Übelstand, dass das Zeichnen mit dem Zirkel auf diesen Tafeln bisher schwierig war, da auf der glatten Tafelfläche die Zirkelspitze keinen Halt findet.

Diesem Übelstande wurde durch die nachfolgend beschriebene Zirkelkonstruktion abgeholfen, welche sich während der bisherigen Verwendung gut bewährt hat.

Bei dieser Konstruktion ist an Stelle der gewöhnlichen Zirkelspitze an dem einen Schenkel des Zirkels eine Kugel A (siehe die beigefügte Zeichnung) angeschraubt, welche in einem Kugelgelenke B—C gelagert ist; an der unteren Hälfte C des Kugelgelenkes ist eine kreisrunde Platte D aus durchsichtigem Materiale z. B. Celluloid, von ca. 60 mm Durchmesser mittels 4 kleinen Nieten befestigt. Auf diese Platte ist ein Ring aus Kautschuk von ca. 10 mm Breite aufgeleimt, mit welchem bei der Verwendung der Zirkel auf der Tafel aufruht. Durch Anbringung des Kautschukringes ist ein gutes Anhaften an der Tafelfläche gesichert.

Um mit der Zirkelspitze genau den Mittelpunkt des zu zeichnenden Kreises zu treffen, ist auf der Platte D ein Kreuz mit roter Farbe eingezeichnet, mit Hilfe dessen ein genaues Centrieren leicht möglich ist, sofern der zu wählende Mittelpunkt auf der Tafel vorher mit einem Kreuze gekennzeichnet wurde.

(Eingegangen 7. Februar 1903.)



Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Parma (Direktor P. Cardani).

No. 7[1]: **Emilio Pasquini, Über ein absolutes Elektrometer. — Messung der Entladungspotentiale.**

Das neue Elektrometer, welches ich bei meinen Versuchen über Entladungspotentiale benutzt habe, ist ein absolutes Elektrometer mit Schutzring; die bewegliche Scheibe wird durch das Plättchen eines Fahrenheitschen Aräometers, das in ein mit Wasser gefülltes Gefäss taucht, dargestellt.

Auf den Rand dieses Gefässes stützt sich der Schutzring und parallel zu ihm hängt die obere Platte des Elektrometers. Der kleine Stab, der die bewegliche, sehr ebene und glatte Scheibe des Aräometers trägt, ist cylindrisch und 8 bis 10 cm lang. Eine leichte, an dem Stabe befestigte Metallgabel stellt die Verbindung zwischen Scheibe und Schutzring her, verhindert das weitere Aufsteigen des Aräo-

1) No. 6: Diese Zeitschrift **4**, 352, 1903.

meters, wenn Scheibe und Ring in einer Ebene liegen und dient zugleich der Scheibe als Führung, damit sie centriert bleibt.

Um eine Messung auszuführen, goss ich vor allem so viel Wasser in das Gefäss, dass die obere Fläche der Scheibe in einer Höhe mit dem Schutzring war; war nun die gewünschte Potentialdifferenz zwischen beiden Platten hergestellt, so liess ich aus dem Gefäss so viel Wasser heraus, bis das Aräometer sank. Bedeutet nun h die stattgefundene Niveau-Abnahme des Wassers im Gefäss, $V_1 - V$ die Potentialdifferenz zwischen den Platten, so kann man aus der bekannten Thomsonschen Formel schliessen, dass

$$V_1 - V = \frac{rD}{R}\sqrt{8\pi g h}$$

ist; h bedeutet den Radius des Stäbchens, R den der beweglichen Scheibe, D die Entfernung zwischen den beiden Platten und g die Erdbeschleunigung.

Bei der Messung der Entladungspotentiale bin ich der von Thomson und anderen Forschern schon benutzten Anordnung gefolgt; meine Versuche gehen bis zu Funken von 10 cm.

Folgende Tabelle bringt meine Resultate; δ ist die Funkenlänge und V die entsprechende Potentialdifferenz in elektrostatischen Einheiten.

δ	V	δ	V	δ	V
mm		mm		mm	
2	24,1	34	229	74	301
4	45	38	239	78	304
6	66	42	248	82	309
8	82	46	259	86	313
10	100	50	266	90	318
14	126	54	274	94	322
18	140	58	281	98	326
22	187	62	286	100	327
26	202	66	293		
30	217	70	297		

Die Grössen beziehen sich auf Funken aus kugeligen Elektroden von 2 mm Durchmesser. Die Übereinstimmung meiner Grössen mit den bereits von anderen Forschern für kleinere Schlagweiten festgestellten beweist, dass das Elektrometer vorzüglich dem Zwecke entspricht, und kann man darum auch die für grössere Schlagweiten erhaltenen Werte für durchaus brauchbar halten.

(Aus dem Italienischen übersetzt von H. Rhumbler.)

(Eingegangen 25. Januar 1903.)

ZUSAMMENFASSENDE BEARBEITUNGEN.

Die Regulierung des Kompasses mit Hilfe eines Deflektors.

Von H. Meldau.

Der Gedanke, die schiffsmagnetischen Kräfte nicht nur durch ihre ablenkenden Wirkungen auf den verschiedenen Kursen des Schiffes, sondern auch durch direkte Messung ihrer Grösse kennen zu lernen, wurde begreiflicherweise ausgeführt, sobald wissenschaftliche Männer begannen, sich mit der Ablenkung der Kompassrose an Bord der Eisenschiffe zu beschäftigen.[1] Hierbei handelte es sich zunächst um rein theoretische Interessen und um Beobachtungen auf dem Helgen oder im Hafen, also unter Verhältnissen, unter denen Intensitätsmessungen durch Schwingungsbeobachtungen ausgeführt werden konnten. Im Jahre 1849 versuchte der Engländer E. Sabine, die Messung der Richtkräfte auch in dem Bereich der praktischen Behandlung des Kompasses an Bord der Eisenschiffe einzuführen; aber erst seitdem im Jahre 1873 der französische Marineoffizier E. Fournier den Gedanken einer „Kompassregulierung mit Hilfe eines magnetischen Instrumentes" planmässig durchgeführt hatte[1], sind Richtkraftmessungen durch Ablenkung der Kompassrose mehr und mehr für den Bordgebrauch in Aufnahme gekommen, die Gestalt und der Gebrauch der „Deflektoren" sind immer einfacher geworden, so dass diese für die Kompassregulierung überaus nützlichen Instrumente heute auch in der Hand des Seemannes zur Kompensation und Deviationsbestimmung gute Dienste leisten können.

Die Bedeutung einer Kompassregulierung mit Hilfe von Richtkraftmessungen beruht darin, dass sie einerseits meist schneller zu bewerkstelligen ist als die Regulierung bei Anwendung von Deviationsbestimmungen und dass sie andererseits unabhängig ist von der Sichtbarkeit irgend eines astronomischen oder terrestrischen Peilobjektes, dass sie also auch bei Nebel und unsichtigem Wetter ausgeführt werden kann.

Alle Deflektoren bestehen aus einem Magnetsystem, das centrisch mit der Rose auf den Kompassdeckel aufgesetzt wird und dessen magnetisches Moment in irgend einer Weise variabel gemacht ist. Das Magnetsystem ist um die centrale Achse des Kompasskessels drehbar und wird entweder in bestimmtem Winkel

1) s. Airy, Account of experiments in iron-built ships, Phil. Trans. Royal Soc. 1839.

1) E. Fournier, Déviations des Compas. Paris 1873.

zur ursprünglichen Nord-Südrichtung oder in bestimmtem Winkel zur abgelenkten Rose gehalten.

Bezeichnet H' die zu bestimmende Intensität des Magnetfeldes, dem die Rose vor dem Aufsetzen des Deflektors unterworfen war und wird durch den Deflektor ein Feld von der Intensität D im Winkel ω gegen jenes hinzugefügt, so erfährt die Rose eine Ablenkung um einen Winkel α, so dass

$$H' = \frac{\sin(\omega - \alpha)}{\sin \alpha} \cdot D.$$

Man misst nun bei konstantem Werte des Winkels ω die Intensität H' entweder durch das D, welches zur Hervorbringung eines bestimmten Ablenkungswinkels α erforderlich ist, oder bei konstantem Werte des D durch die Grösse der erzeugten Ablenkung. Alle Deflektoren lassen sich im Grunde nach beiden Methoden anwenden, wobei durch verschiedene Wahl der Grössen D, ω und α eine grosse Mannigfaltigkeit der Anordnungen möglich erscheint.

Um die zweckmässigsten unter ihnen auszuwählen, hat man vor allem zu berücksichtigen, dass die ursprüngliche Nord-Südrichtung (die durch den Steuerstrich fixiert wird) auf See nur unvollkommen festgehalten werden kann. Es geschieht dies dadurch, dass das Schiff, nachdem es an dem zu untersuchenden Kompass auf den beabsichtigten Kurs gelegt ist, nach einem anderen Kompasse möglichst in derselben Lage gehalten wird. Um unabhängig von kleinen Fehlern im gesteuerten Kurse zu sein, hat man α möglichst nahe gleich 90^0 zu machen. Auch bei Verwendung eines konstanten D und variabler Ablenkungswinkel wird es gut sein, D so zu wählen, dass das Mittel der Ablenkungswinkel ungefähr gleich 90^0 ist.

Es geschieht dies entweder empirisch, indem man auf zwei entgegengesetzten Kursen 90^0-Ablenkungen macht und dann den Deflektor auf das Mittel der gemachten Skalenablesungen einstellt, oder unmittelbar durch Einstellung an der nach H oder λH graduierten Skale des Instrumentes auf Grund des der Karte entnommenen Wertes der Horizontalintensität.

Das typische Beispiel eines Deflektors, der H' bei konstantem α durch D misst, ist der Deflektor W. Thomsons. Das Instrument besitzt zwei Paare von Magneten, die oben scherenartig verbunden und an einem Messinggestell so befestigt sind, dass ihre unteren (ungleichnamigen) Pole durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde gegeneinander verschoben werden können. Das magnetische Moment ist annähernd dem Abstande der unteren Pole proportional und kann auf einer mit der Grundplatte verbundenen Skale abgelesen werden. Nach Thomsons Vorschrift macht man $\alpha = 90^0$, während $\omega - \alpha = 78^3/_4{}^0$ ist, d. h. während die durch einen Zeiger markierte magnetische Achse nach dem Striche $O\,z\,N$ der Rose gerichtet ist. (Der für $\omega - \alpha$ angegebene Winkel ist statt des rechten Winkels gewählt, um labiles Gleichgewicht zu vermeiden.) Durch Probieren hat man das magnetische Moment so lange zu verändern, bis jene „Normalablenkung" erreicht ist. Die geschickte Handhabung des Thomsonschen Deflektors erfordert einige Übung.

Der Universaldeflektor von Clausen besitzt eine mit Gradeinteilung versehene kreisförmige Grundplatte. Um den Mittelpunkt ist eine Schiene drehbar; sie kann an der Kreisteilung auf jeden gewünschten Winkel gegen die ursprüngliche Ruhelage der Rose eingestellt werden. Die Schiene trägt zwei durch eine Schraube mit Rechts- und Linksgewinde verschiebbare vertikal stehende Magnete.

Die Stellung dieser Magnete ist auf einer auf der Schiene angebrachten Millimeterteilung ablesbar.

Andere Arten von Deflektoren besitzen einen horizontalen Magneten, der an vertikalstehenden, mit Teilung versehenen Gleitschienen durch eine Schraube auf und ab bewegt werden kann.

Der Clausensche und die letztgenannten Deflektoren werden vorwiegend mit konstantem magnetischem Moment und variablem Ablenkungswinkel zur Anwendung gebracht und zwar am besten unter dem zuerst von Clausen vorgeschlagenen Einstellungswinkel $\omega = 135^0$ gegen die ursprüngliche Nord-Südrichtung bei einer Feldstärke von $D = \sqrt{2} \cdot H$. Bei dieser Anordnung würde, wenn keine schiffsmagnetischen Kräfte vorhanden wären, die Rose um 90^0 abgelenkt werden und in ihrer abgelenkten Lage wieder einer Richtkraft von der Grösse H unterworfen sein. Ein thatsächlich vorhandenes $H' - H$ bringt infolgedessen eine Abweichung von der senkrechten Stellung hervor, welche, sofern es sich um feste Pole des Schiffskörpers handelt, sehr nahe gleich der Deviation auf den rechtwinklig zum Beobachtungskurs liegenden Kursen ist.[1]) Die Koeffizientenbestimmung mit Hilfe des Deflektors gestaltet sich auf diese Weise ausserordentlich einfach.

Eine Graduierung der Deflektorskale nach Einheiten der Horizontalintensität gewährt grosse Vorteile: man kann schon beim ersten Aufsetzen des Deflektors mit der Verlegung der Kompensationsmagnete beginnen; die Bestimmung und die Kontrolle der Deviationskoeffizienten wird bedeutend erleichtert; ausserdem kann man

1) Genau wäre dies der Fall, wenn der Deflektor im Winkel von 135^0 zum magnetischen Meridian aufgesetzt werden könnte, was aber praktisch thunlich ist.

den besonders für die Anbringung des Kränggungsmagneten wichtigen Wert der mittleren Richtkraft λ nach ausgeführter Kompensation unmittelbar ablesen. Die Graduierung der Deflektorskale gilt allerdings nur für den Kompass, für den sie ausgeführt wurde und sie hat die Konstanz des magnetischen Momentes zur Voraussetzung. Ist die Skale des Instrumentes nicht graduiert, so nimmt man die Änderung des magnetischen Momentes proportional der linearen Verschiebung der Magnetpole an und wiederholt das Verfahren, wenn die Differenzen der Ablesungen bei der ersten Ausführung gewisse Grenzen überschritten haben.

Die Ausführung der Kompensation mit Hilfe etwa eines Thomsonschen Deflektors geschieht in folgender Weise. Man steuert Nordkurs an dem zu kompensierenden Kompass und bewirkt die Normalablenkung, indem man den Kurs an einem anderen Kompasse festhält. Nachdem man die Einstellung (N) des Deflektors abgelesen, ändert man den Kurs auf Süd und verfährt hier in derselben Weise. Darauf stellt man den Deflektor auf das Mittel der Ablesungen $\frac{1}{2}([N]+[S])$ ein und ordnet jetzt die Längsschiffsmagnete so, dass die Normalablenkung erreicht wird. Der Koeffizient B ist dadurch kompensiert.

Ebenso verfährt man zur Kompensation des C auf O- und W-Kurs unter Verlegung der Querschiffsmagnete.

Beträgt die Differenz der Ablesungen auf N- und S-Kurs, oder auf O- und W-Kurs mehr als 10 Skalenteile, so ist das Verfahren zu wiederholen.

Während das Schiff noch auf dem Westkurs liegt, ist nun noch die Quadrantaldeviation zu beseitigen. Diese drückt sich darin aus, dass $\frac{1}{2}([O]-[W])$, nicht gleich, sondern vor Anbringung der D-Korrektoren fast stets kleiner ist als $\frac{1}{2}([N]+[S])$. Bei Verwendung von stabförmigen D-Korrektoren vom Typus $+e$ hat man durch Heranrücken der Korrektoren die Richtkraft auf W-Kurs so zu vergrössern, bis die Normaleinstellung bei der Einstellung $\frac{1}{2}([N]+[S])$ erreicht ist. Bei Verwendung von kugelförmigen D-Korrektoren (die ausser dem $+e$ ein $-a$ ei führen) stellt man die Deflektormagnete auf

$$\frac{1}{2}([N]+[S])-\frac{1}{3}\left(\frac{[N]+[S]}{2}-\frac{[O]+[W]}{2}\right)$$

ein.

Die Bestimmung der Koeffizienten der Deviationsformel durch Richtkraftmessungen hat von dem Ausdruck[1]) auszugehen

$$\frac{H'}{\lambda H}=\cos\delta+\mathfrak{A}\sin\delta+\mathfrak{B}\cos\zeta-\mathfrak{C}\sin\zeta+$$
$$\mathfrak{D}\cos(2\zeta+\delta)-\mathfrak{E}\sin(2\zeta+\delta),$$

der die Richtkraft nach Kompassnord in Einheiten von λH darstellt. Setzt man des einfacheren Ausdrucks wegen das Schiffseisen als symmetrisch zur Mittschiffsebene voraus und wendet den obigen Ausdruck auf die vier Hauptkurse an, so folgt

$$\frac{H'_n}{\lambda H}=+\mathfrak{B}+(1+\mathfrak{D})\cos\delta_n$$
$$\frac{H'_o}{\lambda H}=-\mathfrak{C}+(1-\mathfrak{D})\cos\delta_o$$
$$\frac{H'_s}{\lambda H}=-\mathfrak{B}+(1+\mathfrak{D})\cos\delta_s$$
$$\frac{H'_w}{\lambda H}=+\mathfrak{C}+(1-\mathfrak{D})\cos\delta_w$$

Da $\delta_s=-\delta_n$ und $\delta_w=-\delta_o$ ist, so hat man exakt

$$2\,\mathfrak{B}=\frac{H'_n}{\lambda H}-\frac{H'_s}{\lambda H},\quad 2\,\mathfrak{C}=\frac{H'_w}{\lambda H}-\frac{H'_o}{\lambda H}.$$

Sind die Deviationen so klein, dass $\cos\delta=1$ gesetzt werden darf, so ist ferner

$$4\,\mathfrak{D}=\left(\frac{H'_n}{\lambda H}+\frac{H'_s}{\lambda H}\right)-\left(\frac{H'_w}{\lambda H}+\frac{H'_o}{\lambda H}\right).$$

Diese Formeln geben die drei Hauptkoeffizienten unmittelbar, wenn die Skale des Deflektors nach λH graduiert ist. Ist das nicht der Fall, so hat man vorher λH durch den aus obigen Gleichungen folgenden Wert

$$\lambda H=\frac{1}{4}(H'_n+H'_s+H'_o+H'_w)$$

zu berechnen.

Nach diesen Formeln würde man die Koeffizienten etwa aus den Skalenablesungen bei Thomsonschen Normalablenkungen zu finden haben.

Einfacher gestaltet sich die Bestimmung, wenn man die Richtkräfte bei konstantem D durch die Ablenkungswinkel der Rose misst, zumal bei Anwendung der oben beschriebenen Clausenschen Anordnung. Nehmen wir zunächst an, dass der unter einem Winkel von 135° gegen die ursprüngliche Ruhelage aufgesetzte Deflektor ein Feld von der Stärke $\sqrt{2}\cdot\lambda H$ erzeugt, so giebt er eine Komponente $-\lambda H$ im Kompassmeridian und eine solche $+\lambda H$ senkrecht dazu.

Bezeichnet z die Abweichung der Nadel von der zur ursprünglichen Ruhelage senkrechten Stellung, so ist

$$\text{tang}\,z=\frac{H'-\lambda H}{\lambda H},$$

Andererseits ist auf N-Kurs

$$\frac{H'_n-\lambda H}{\lambda H}=+\mathfrak{B}+\mathfrak{D}$$

und entsprechend auf den anderen Hauptkursen.

Man hat also

$$\text{tang}\,z_n=+\mathfrak{B}+\mathfrak{D};\quad \text{tang}\,z_o=-\mathfrak{C}-\mathfrak{D}$$
$$\text{tang}\,z_s=-\mathfrak{B}+\mathfrak{D};\quad \text{tang}\,z_w=+\mathfrak{C}-\mathfrak{D}$$

1) s. diese Zeitschrift, 3, 391, 1902.

Kleine Fehler in der Einstellung des Deflektors haben, wenn auf allen vier Hauptstrichen beobachtet wurde, keinen merklichen Einfluss auf die berechneten Koeffizienten. War der Deflektor bei der Beobachtung nicht auf λH, sondern auf H eingestellt, so erhält man auf N- und S-Kurs bezw. auf O- und W-Kurs die Induktionskonstanten a und e gesondert und hat aus ihnen vorerst den Wert von λ zu berechnen. Die Bestimmung des Koeffizienten $\mathfrak{C}$ würde Beobachtungen auf den Hauptzwischenstrichen voraussetzen. Der Koeffizient $\mathfrak{A}$ lässt sich seiner Natur nach nicht durch Richtkraftmessungen feststellen.

Bisher hatten wir die vollständige Regulierung des Kompasses, wie sie jedenfalls vor Indienststellung des Schiffes zu erfolgen hat, im Auge. Von dieser Regulierung, bei der das Schiff mindestens einmal ganz herumgedreht werden muss, ist zu unterscheiden der tägliche Kompassdienst an Bord, bei dem es sich darum handelt, möglichst ohne jede ad hoc vorgenommene Kursänderung die Deviation zu kontrollieren bezw. ihre Änderung festzustellen. Da das Wichtigste für das Schiff stets die Deviation für den zur Zeit anliegenden Kurs ist und es unmöglich ist, diese Deviation auf dem Kurse selbst durch Richtkraftmessungen zu bestimmen, so werden Peilungen (Richtungsbestimmungen), sofern sie erhältlich sind, immer das wertvollste Hilfsmittel der Kompasskontrolle bleiben. Trotzdem wird man unter Umständen aus Deflektorbeobachtungen grossen Nutzen ziehen können, insbesondere bei Nebel und unsichtigem Wetter.

Von den fünf Koeffizienten der Deviationsformel sind nur zwei, nämlich B und C, mit der magnetischen Breite veränderlich. Deshalb ist die Möglichkeit gegeben, auf dem Kurse, auf dem das Schiff zur Zeit liegt, den Gesamtverlauf der Deviation jederzeit neu zu bestimmen, wenn ein Peilobjekt sichtbar ist und eine Deflektorbeobachtung hinzugenommen wird.

Der Gebrauch des Deflektors, wie er oben beschrieben wurde, setzt voraus, dass die Kompensation der Quadrantaldeviation ohne Zuhilfenahme von Nadelinduktion ausgeführt ist. Ist das nicht der Fall, so müssen die Quadrantalkorrektoren jedesmal vor dem Gebrauch des Deflektors entfernt werden. Bei den sog. Kompensationskompassen oder beim Peichlschen Kompass ist die Skale des D-Korrektors auf Null zu stellen, so dass sämtliche Weicheisenkerne gleichmässig um die Rose verteilt sind. Nach ausgeführter Kompensation von B und C sind dann die Korrektoren auf Grund des beobachteten Wertes von D einzustellen.[1])

1) Am Schlusse meiner in dieser Zeitschrift abgedruckten vier Aufsätze über Kompassfragen möge noch auf einen jüngst erschienenen Bericht des Herrn Rottok über „Kompassversuche und -Verbesserungen in der Kaiserlichen Marine während der letzten Jahre" (Marine-Rundschau 1902, Heft 11) hingewiesen sein. M.

BESPRECHUNGEN.

F. Exner und E. Haschek, Wellenlängen-Tabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspektren der Elemente. gr. 8. 2 Bände, 83 und 269 S. Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 1902. 16 M.

Als die Verfasser es unternahmen, die Funkenspektren sämtlicher Elemente neu auszumessen, gingen sie von dem Grundgedanken aus, ein Zahlenmaterial zu schaffen, das nach einer einheitlichen Methode gewonnen werden sollte und das in der erreichten Genauigkeit eine sichere Basis für eine spektralanalytische Untersuchung in Bezug auf die elementaren Bestandteile zusammengesetzter Körper zu bieten imstande sei.

Die Arbeiten erstrecken sich über den Zeitraum 1895—1901 und sind in den Wien. Ber. publiziert.

In vorliegenden beiden Bänden sind die gesamten Ergebnisse in einer Reihe von Tabellen in Buchform zusammengestellt.

Die dem Ganzen vorausgeschickte Einleitung enthält die bei der Messung eingehaltenen allgemeinen Gesichtspunkte, das zu Grunde gelegte Konstantenmaterial, ein Kapitel über Linienverschiebungen, ferner hauptsächlich eine Beschreibung der bei der Ausmessung der Spektren benutzten Methode, dieselben auf eine Skala zu projizieren und so die Linienabstände zu ermitteln. Hieran schliesst sich eine Besprechung der Gründe, die für diese Methode sprechen, sowie der Bedenken, die H. Kayser gegen dieses Verfahren äusserte.

Die mitgeteilten Tabellen gliedern sich in drei Teile, eine Tabelle der Hauptlinien jedes einzelnen Elementes, eine nach Wellenlängen geordnete Tabelle der in ihrer Intensität stärkeren Linien aller Elemente und drittens die vollständigen Messungen der Verfasser für jedes einzelne Element.

Der erste Teil enthält alle Elemente nach den chemischen Symbolen alphabetisch geordnet und giebt bei jedem Elemente wenige Hauptlinien an, die bei Untersuchungen zunächst

auftreten müssen, wenn das Element überhaupt vorhanden ist. Der zweite Teil, die Haupttabelle, enthält alle Linien sämtlicher Elemente, deren Intensitäten nach der Skala der Verfasser grösser als 2 ist. Diese Linien sind der Wellenlänge nach geordnet unter Beifügung der chemischen Bezeichnung des Elementes, dem sie angehören und sollen so eine möglichst rasche Identifizierung unbekannter Linien ermöglichen.

In der dritten Tabelle sind die wichtigeren älteren Bestimmungen mit angeführt, ferner die von den Verfassern bei den Untersuchungen verwendeten Materialien, sowie auftretende Verunreinigungen und die Anzahl der Linien für jedes einzelne Element.

Schliesslich teilen die Verfasser noch einige allgemeinere Betrachtungen in Tabellenform und in graphischer Darstellung mit, die gewisse Regelmässigkeiten in Charakter der Linien, deren Verteilung im Spektrum und namentlich in der Anzahl der Linien jedes einzelnen Elementes im Zusammenhang mit dem periodischen System der Elemente erkennen lassen. C. Fritsch.

(Eingegangen 11. November 1902.)

Galileo Ferraris, Wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik. 8°. XII u. 358 S. mit 161 Figuren. Leipzig, B. G. Teubner. 1901. Gebunden 12 M.

Ferraris' Name ist für alle Zeiten mit dem Gebiete verknüpft, das er geschaffen hat, dem Gebiete der mehrphasigen Wechselströme. Im Jahre 1888 hat er deren magnetische Wirkungen zum ersten Male in abgeschlossener Form gegeben.

Die Vorlesungen, die dieser Klassiker der Wechselstromelektrotechnik in dem Roy. Museo industriale in Turin gehalten hat, hat Herr L. Finzi ins Deutsche bearbeitet. W. Kohlrausch schickt ein einleitendes Vorwort voraus.

In der That, das Buch ist eine vortreffliche Bereicherung der deutschen elektrotechnischen Litteratur. Es fehlt uns ja keineswegs an Handbüchern, Lehrbüchern, Kompendien, Spezialwerken, Einzeldarstellungen etc., eine Sintflut von elektrotechnischer Litteratur strömt mehr verwässernd wie bewässernd alljährlich über das Land. Aber Bücher, wie dieses sind selten dazwischen und dieser vom Auslande herübergeleitete Strom trifft noch immer auf viel durstigen Boden.

Der Stoff des Buches ist exakt und streng wissenschaftlich dargeboten. Ferraris leitet den Blick klar in die Tiefe und lehrt die Bewegung der Oberfläche von dort her begreifen, die technischen Anwendungen von ihren wissenschaftlichen Wurzeln.

Kurz gesagt haben wir ein Lehrbuch der mathematischen Elektrizitätslehre, aber derart, wie es der wissenschaftliche Elektrotechniker braucht. Und darum erfüllt es ebenso bei dem Physiker eine Mission.

Das erste Kapitel führt in allgemeiner Weise in die Definitionen und Sätze der Vektorenlehre ein; im zweiten und dritten Kapitel folgen die Spezialisierungen auf elektrische und magnetische Vektorgrössen. Das vierte Kapitel handelt vom Elektromagnetismus, einschliesslich der Induktion. Das fünfte Kapitel behandelt in äusserst eleganter und fasslicher Weise die veränderlichen Ströme. Im sechsten Kapitel wird die Fortpflanzung der elektromagnetischen Schwingungen und was damit zusammenhängt, angeschlossen. Hier wird zu Maxwells Gleichungen und seiner elektromagnetischen Lichttheorie vorgedrungen und schliesslich noch der Hertzschen Versuche, sowie der Poyntingschen Energiewanderungstheorie gedacht.

Ein Anhang bringt allgemeine Bemerkungen über die elektrischen und magnetischen Masseinheiten.

Klarheit, Einfachheit und Eleganz der Behandlung sind die Vorzüge, die auch W. Kohlrausch an dem Buche hervorhebt. Es umkleidet die abstrakte Theorie mit einem ungemein lebendigen Gewande, ohne sie je zu verschleiern.

Die Ausstattung und äussere Gliederung ist eine vortreffliche und sehr übersichtliche.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 22. November 1902.)

F. Kohlrausch, Die Energie oder Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes. gr. 8. 77 Seiten. Leipzig, Duncker & Humblot. 1900. 2,40 M.

Die bekannte Entscheidung des Reichsgerichtes in Sachen des Diebstahls von Elektrizität und die darauf erfolgte Gesetzgebung hat wieder einmal in besonders eindringlicher Weise auch für die weiteren Kreise das Bedürfnis gepredigt, über die Grundanschauungen der modernen Physik eine klare Vorstellung zu gewinnen. Kein geringerer als F. Kohlrausch ist diesem Bedürfnisse mit dem vorliegenden Werkchen entgegengekommen und es liegt gewiss nicht an der meisterhaften Darstellung, wenn die Vorstellungen der juristischen Kreise in Bezug auf physikalische Dinge auch in Zukunft noch viel zu wünschen übrig lassen. Denn ich fürchte, die Schrift wird nicht so in den betreffenden Kreisen durchgearbeitet werden, wie sie es verdient und wie die Schwierigkeit der Begriffe es auch bei solcher Klarheit der Darstellung erfordert. Für den Physiker ist die Lektüre ein Genuss: Wie der Energiebegriff

herausgemeisselt und von seinen verschiedenen Seiten präsentiert wird, wie das Energieprinzip nacherlebt und in Fleisch und Blut übergeführt wird; wie dann den Wandlungen nachgegangen wird, welche die elektrische Energie in ihren mannigfachen Bethätigungen als Dienerin der Kulturmenschheit erfährt; und wie sie in Mass und Zahl gebannt wird. Die ganze grosse Summe unserer Kenntnisse ist hier geistvoll klar und bei aller Strenge — ich möchte sagen — wie selbstverständlich dargeboten.

Ein Endkapitel behandelt in direktem Bezug auf die juristischen Entscheidungen die Frage: Inwiefern kann die Energie eine Sache genannt werden? Das Ergebnis kann für den Physiker nicht zweifelhaft sein: „Energie" hat alle Eigenschaften, die sie zu einer „Sache" im Sinne des Strafgesetzes stempeln. Also möge die Gesetzgebung nicht zögern, die nötigen Konsequenzen zu sanktionieren. Trotz dieser bedeutsamen Mahnung und ihrer vortrefflichen Begründung in Kohlrauschs Buch wird es wohl noch lange dauern, bis die Juristen die „Energie" in ihren Begriffsschatz aufnehmen. H. Th. Simon.

(Eingegangen 22. November 1902.)

Ernst Ruhmer, Neuere elektrophysikalische Erscheinungen. Nach zahlreichen Einzelveröffentlichungen zusammengestellt. gr. 8. IV u. 163 Seiten mit 171 Abbildungen. Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker". 1902. 4 M.

Den Lesern dieser Zeitschrift ist die Gabe bekannt, mit der der Verfasser versteht, die Kernpunkte neuer technisch-physikalischer Erfindungen darzulegen und auch die kompliziertesten Mechanismen von Apparatsystemen übersichtlich in ihrer Wirkungsweise zu erläutern. Sind doch fast die meisten der hier zusammengefassten Artikel ähnlich zuerst in der Physikalischen Zeitschrift erschienen. Auf grosse Vollständigkeit und wissenschaftliche Tiefe wird weniger Gewicht gelegt, mehr die Erfindung ist es, die interessiert, als der wissenschaftliche Boden, auf dem sie gewachsen ist. Und mit dieser Art von feuilletonistisch-technischer Darstellung wird sicher das Bedürfnis vieler besser befriedigt, als mit langen Erörterungen über das Warum und Woher, sodass das Büchlein auf einen dankbaren Leserkreis rechnen darf.

Behandelt werden I. Fortschritte auf dem Gebiete der Telegraphie, wo der Mehrfach-Typendruck-Telegraph von Baudot den Lesern dieser Zeitschrift neu sein wird; II. Telegraphie ohne Draht mittels elektrischer Wellen, wo Turpains Duplex-Telegraphie und die simultane Telephonie und Telegraphie mittels elektrischer Wellen auf derselben Linie weniger bekannt sind; III. Zickler-Telegraphie mit ultraviolettem Lichte; IV. Fortschritte auf dem Gebiete der Telephonie; V. Das sprechende Licht; VI. und VII. Über das Selen und die Telephonie ohne Draht; VIII. Das Problem des elektrischen Fernsehens, wo es sich einstweilen lediglich um Zukunftsmusik handelt. IX. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. X. Fortschritte der Beleuchtungstechnik.

Auch der Physiker wird sich demnach über manche interessante Anwendung seiner Arbeit informieren können, obschon leider Quellen so gut wie nie genannt werden.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 22. November 1902.)

J. Pircher, Über die Haarhygrometer. Zum Jubiläum der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Magnetismus in Wien. gr. 4. 34 S. Wien, Carl Gerold's Sohn. 1901. 2,20 M.

Bei Beginn des vorigen Jahrhunderts stand unter den physikalischen Instrumenten das Hygrometer mit im Vordergrunde des Interesses. Namentlich als Saussüre dem Haarhygrometer die nach ihm benannte Form und Bauart gab und es dadurch zu einem brauchbaren Feuchtigkeitsmesser umschuf, boten die mit ihm erhaltenen Resultate die Unterlagen für jene bekannten Streitschriften über die „Theorie des Regens".

Einer der Führer in diesem Streite war der Göttinger Physiker Lichtenberg. Seitdem hat sich die weitere Entwicklung des Haarhygrometers zum grössten Teile in Göttingen vollzogen. Es war Klinkerfues, der zusammen mit dem Göttinger Fabrikanten Lambrecht um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts eine Reihe neuer Typen von Haarhygrometern erdachte, von denen das heute sogenannte Lambrechtsche „Polymeter" inzwischen eine solche Vollendung erreicht hat, dass es im Begriffe steht, das bisherige meteorologische Stationsinstrument nach Koppe — zunächst im österreichischen Dienste — zu verdrängen. Die vorliegende Arbeit ist wohl für den Entschluss massgebend gewesen, obwohl das Koppesche Instrument aus der Prüfung ebenfalls gut hervorgeht. Entscheidend war schliesslich, dass Lambrechts Hygrometer nicht nur den Indexfehler zu beseitigen ermöglicht, sondern auch eine Korrektion des Ganges vornehmen lässt.

Die Untersuchung stützt sich auf Vergleiche des Haarhygrometer, mit dem ventilierten, dem nicht ventilierten und dem Aspirationspsychrometer von Assmann und dem Alluardschen Kondensationshygrometer. Besonderer Bedacht wurde auf die Einstellungsgeschwindigkeit und die Ermittelung des Einflusses direkter Sonnenstrahlung gelegt.

Die Resultate der Untersuchung, soweit sie nicht speziell meteorologischen Interesses, sind die folgenden:

Der mittlere Fehler justierter Haarhygrometer betrug höchstens 3%; Temperatur und Windgeschwindigkeit haben nur bei direkter Sonnenstrahlung Einfluss; die Angaben unter 0° sind so zuverlässig, wie die über 0°; das Haarhygrometer ist dem Psychrometer, wenn nicht vorzuziehen, so doch wenigstens gleichzustellen.

Die Arbeit enthält eine vollständige Theorie sowohl der Haarhygrometer von Koppe und Lambrecht, als auch eine der hygroskopischen Haarausdehnung selbst.

Potsdam. A. Nippoldt jun.

(Eingegangen 2. Dezember 1902.)

Gustave Robin, Oeuvres scientifiques. Thermodynamique générale. Paris 1901. 271 Seiten.

Gustave Robin, dessen Name bisher mehr den Mathematikern als den Physikern bekannt war, hat nur zwei ganz kurze Notizen thermodynamischen Inhalts veröffentlicht. Man ist daher erstaunt, aus der Vorrede zu den nach seinem Tode herausgegebenen Vorlesungen zu erfahren, dass die Thermodynamik das Gebiet war, dem er sich während seines ganzen Lebens mit der grössten Hingabe gewidmet hat. Aber fast alle seine Aufzeichnungen hat er verbrannt. Er war ein strenger Kritiker an fremden, noch strenger vielleicht an seinen eigenen Entwicklungen. Dass er aber nicht bloss Kritiker war, sondern auch wertvolles Neues und Eigenes zu schaffen verstand, dafür liefert seine Thermodynamik den besten Beweis. Um so mehr wird man es bedauern, dass so wenige seiner Arbeiten uns erhalten sind.

Der Band, der vor uns liegt, Thermodynamique générale überschrieben, ist von Robins Schüler, Louis Raffy, nach den Vorlesungen, die der Verfasser verschiedenemale über das Thema gehalten hat und nach einigen hinterlassenen Schriftstücken bearbeitet worden. Diese Art der Entstehung macht es begreiflich, dass es an einigen Stellen nicht vollständig gelungen ist, die Darstellung einheitlich und den Aufbau konsequent zu gestalten; so begegnen wir z. B. dem Begriff des mechanischen Wärmeäquivalents, bevor definiert ist, was darunter verstanden wird. Das letzte Kapitel, ein Abdruck einer vom Verfasser im Jahre 1879 verfassten Notiz steht in keiner Beziehung zum übrigen Inhalt des Buches; denn es enthält molekulartheoretische Betrachtungen, die in allen übrigen Teilen vollständig vermieden sind. Es ist vom erkenntnistheoretischen Standpunkt nicht uninteressant zu ersehen, wie der Verf. die speziellen molekularen Vorstellungen, die ihn im Anfang seiner Laufbahn leiteten, später vollständig verlassen hat.

Dagegen ist die Entwicklung der thermodynamischen Hauptsätze ein vollkommen abgerundetes, streng logisch aufgebautes Ganzes. Man erkennt überall die ausserordentliche Liebe und Gründlichkeit, mit der sich der Verf. in seinen Gegenstand vertieft hat. Das Bemühen, jeden Schatten von Ungenauigkeit und Unklarheit aus der Darstellung zu entfernen, veranlasst ihn, Wege einzuschlagen, die von denen anderer Forscher vielfach vollkommen verschieden sind. Nichts ist von anderen übernommen, alles geprüft, umgedacht und umgestaltet. Dadurch wird es ungemein anregend, dem Verf. auf seinen Wegen zu folgen und unter seiner Führung den verschlungenen Gedankengang der Thermodynamik noch einmal durchzudenken. Schon die Axiome, die zur Ableitung der beiden Hauptsätze an die Spitze gestellt werden, unterscheiden sich von den sonst verwendeten. Beide werden wieder in zwei Grundsätze zerlegt. Beim Energiesatz bezieht sich das eine auf einen Kreisprozess, das zweite auf einen ungeschlossenen Prozess. Die zwei Prinzipien, auf welche der Carnotsche Satz aufgebaut wird, schliessen sich am nächsten an die Fassung von Lord Kelvin an, ohne indes vollständig damit zu decken; das eine gilt für umkehrbare, das andere für nichtumkehrbare Vorgänge. Sehr gründlich wird die Definition der Umkehrbarkeit behandelt. Dabei wird unterschieden zwischen „renversable" und „réversible"; ersterer Begriff ist etwas weiter. Hier wie auch an manchen anderen Stellen kann man zweifelhaft sein, ob eine so weitgehende Zerlegung der Begriffe im Interesse der Strenge wirklich notwendig ist und ob nicht durch die vielen Details, die dadurch in den Vordergrund treten, der allgemeine Gedankengang zu sehr verdeckt wird. Es gilt dem Verfasser als Prinzip, nur experimentell messbare Grössen einzuführen. Dies veranlasst ihn, keine Differentialgleichung physikalischen Inhalts direkt anzusetzen, sondern dieselben immer aus den Integralgleichungen, in denen nur beobachtete Grössen vorkommen, abzuleiten. Dies führt ihn ferner dazu, die Arbeit ganz unabhängig vom Kraftbegriff auf eine sehr anschauliche Weise durch Hebung eines Gewichtes zu definieren. Endlich erklärt sich daraus, dass der Verfasser von den Begriffen der Energie und Entropie keinen Gebrauch macht, wodurch die Darstellung an manchen Stellen jedenfalls nicht an Kürze, aber auch kaum an Deutlichkeit gewinnt. — Nicht nur in den allgemeinen Entwicklungen, sondern auch in den speziellen Anwendungen treffen wir auf zahlreiche ganz

neue und eigenartige Ideen und Entwicklungen. Erwähnt sei hier besonders die bisher in dieser Form noch nicht gegebene Theorie der Explosionswelle, ferner die frühe Einführung und ausführliche Besprechung der thermodynamischen Funktionen, besonders der freien Energie, die der Verfasser „Potentiel interne" nennt und dadurch, dass er die von Helmholtz über die Wahl der Parameter gemachten Voraussetzungen fallen lässt, in etwas allgemeinerer Weise behandelt. — Auch sonst finden sich manche Hinweise auf Probleme der physikalischen Chemie und zeigen von dem Interesse der Verfasser für den Gegenstand. Die Vorlesungen, die er hierüber im Jahre 1896 an der Faculté des sciences gehalten hat, sollen ebenfalls demnächst herausgegeben werden; man darf dem Erscheinen derselben mit grösstem Interesse entgegen sehen.

V. Rothmund.

(Eingegangen 5. Dezember 1902.)

E. Holm, Das Objektiv im Dienste der Photographie. Mit zahlreichen Textfiguren und Aufnahmen. 8°. 142 S. Berlin, Gustav Schmidt. 1902. M. 2,—.

Ich würde keinen Augenblick anstehen, dieses Buch als das beste Elementarbuch über photographische Optik zu bezeichnen, das ohne jede Formel, einfach durch Figuren in das Wesen des Objektivs einführt und, da Formeln immerhin nicht bloss für die gewöhnlichen Amateure ein heikler Fall sind, wohl auch die so notwendigen optischen Kenntnisse verbreiten könnte. Niemals wurde die Abbildung in so ausgedehntem Masse zur Illustration des Textes herangezogen, niemals die Auswahl so geschickt getroffen, wie in diesem fabelhaft billigen Buche. Aber in dieser Billigkeit liegt mein Einwand: alle Illustrationen hat Goerz geliefert, das Buch wird zu einem erläuterten Katalog dieser Firma. Kein anderes Objektiv, keine andere Kamera wird genannt. Herr v. Hoegh hat nach der wissenschaftlichen, Herr Goerz nach der kaufmännischen Seite hin die deutsche Optik unendlich gefördert, und nichts soll uns ferner liegen, als ihre Verdienste zu schmälern. Aber sozusagen, vor und neben den Goerzschen Fabrikaten gab und giebt es andere gleichwertige, so dass heute die Frage nach dem besten Fabrikat fast nicht beantwortbar ist, auch wenn man sich auf denselben Typ beschränkt. Die zuerst von Herrn v. Hoegh durchgeführte Verteilung gleichmässiger mittlerer Schärfe über das ganze Bildfeld des Doppelanastigmaten hat bekanntlich den grössten Anklang beim Publikum gefunden, und diesen Objektiven einen Absatz verschafft, der alle anderen übertrifft; aber das berechtigt nicht, die anderen, nach anderen Absichten gebauten Objektive einer Besprechung für minder würdig zu halten. Und auch der Grund, dass die Objektivarten einer Firma sich leichter in ein Gesamtbild einordnen lassen, ist nicht stichhaltig; zwischen Goerzschen Aplanaten und Anastigmaten ist derselbe Unterschied, wie etwa zwischen Steinheilschen. Es wäre wohl besser gewesen, das Buch von Haus aus unter richtiger Flagge segeln zu lassen; dazu wäre Goerz zu beglückwünschen gewesen; die Bemerkung im Vorwort soll zwar Missverständnisse für den Kundigen beseitigen; halten wir uns also vor Augen, dass wir es mit einem einseitigen Katalogstext zu thun haben, so verdient das Buch alles Lob. E. Englisch.

(Eingegangen 12. Dezember 1902.)

J. M. Eder, System der Sensitometrie photographischer Platten. IV. Abh. (Sitzber. Wien. Ak. math.-naturw. Kl. C II, IIa 1902.)

Die Reaktionsmaxima der durch Eosinsilber gefärbten Bromsilbergelatineschichten liegen bei direkter Schwärzung bei langer und bei Entwickelung bei kurzer Belichtung annähernd an derselben Stelle des Spektrums und unterscheiden sich in ihrer Lage gegeneinander bis zu 6 $\mu\mu$. Die Versuche wurden mit einem Prismenspektrographen und Sonnenlicht durchgeführt, und um sichtbare Schwärzung zu erhalten, war eine wenigstens 10^4 mal längere Belichtung nötig, als zur Entwickelbarkeit (man befindet sich also ganz zweifellos im Solarisationsgebiet; dafür spricht auch, dass die direkte Schwärzung beim Fixieren bis auf den bekannten Solarisationsschleier verschwindet; Ref.). Natürlich zeigte sich ein Unterschied, ob eine Bromsilberplatte mit Andresens Rhodamin B und Natriumnitrit optisch sensibilisiert wurde, oder ob der Farbstoff der mit überschüssigem Silbernitrat gefällten Emulsion zugesetzt wurde. Ausser für Rhodamin gilt der Edersche Satz für Cyanin in starker Konzentration, Formylviolett, Cyklamin und Chinolinrot, nicht aber für Alizarinblaubisulfit. E. Englisch.

(Eingegangen 12. Dezember 1902.)

N. Umow, Ein Versuch, die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln. S.-A. aus Bull. Soc. Imp. des Nat. Moskau 1901. 8°. 71 Seiten und 10 Karten.

Es liegt die Vermutung nahe, dass die scheinbar unregelmässige Verteilung der magnetischen Gleichgewichtslinien über die Oberfläche unseres Planeten das Resultat der Übereinanderlagerung eines anormalen über einen normalen Anteil ist. Verschiedene Forscher

haben daher eine Trennung beider vorzunehmen versucht. Tillo und Bezold erwarteten die normale Magnetisierung um eine Achse parallel der Rotationsachse der Erde; sie bildeten Mittelwerte des Potentials für Breitenkreise und fanden so eine später von Bezold als „empirisch normal" bezeichnete Magnetisierung. Für sie ist $v/R = g^{1,0} \sin \varphi$, wo $g^{1,0}$ der erste Koeffizient des ersten Gliedes der Gaussschen Reihe. L. A. Bauer berücksichtigte das ganze erste Glied, d. h. auch die Koeffizienten $g^{1,1}$ und $h^{1,1}$ und nannte diesen Anteil den normalen. Seine Achse ist um ca. 12^0 gegen die Rotationsachse geneigt. Es wäre jedoch denkbar, dass auch die höheren Glieder normale Typen enthalten. Daher sucht der Verf. dem ganzen Verfahren eine genauere Fassung zu geben und die Begriffsbestimmungen exakter vorzunehmen.

Um die verschiedenen Anteile voneinander zu trennen, bedient er sich einer eigenartigen Projektion durch den Vektor des erdmagnetischen Feldes. Denkt man sich eine die Erde durchschneidende Ebene, so bildet dieser Vektor die Erdoberfläche eindeutig auf sie ab. Der Bildpunkt ist durch seinen von der Erdachse aus gezählten Radius vector und dessen Azimut gegeben. Beide Grössen berechnen sich aus der Komponente des Erdmagnetismus parallel der Erdachse, der Tangente des Breitenkreises und seiner anderen Normalen. Nicht auf jeder Ebene ist die Abbildung einer beliebigen Vektorenverteilung eine kontinuierliche, doch giebt es zum mindesten eine, wo dies der Fall ist; solche Ebenen nennt der Verf. „kritische". Sie sind dadurch definiert, dass an einigen Punkten des in ihnen gelegenen Breitenkreises die auf ihnen senkrechte Komponente Null wird. Das Bild des Kreises ist dann eine geschlossene, in seiner Ebene liegende Kurve.

Wäre die Erde um ihre Rotationsachse homogen magnetisiert, so wäre z. B. die Komponente parallel der Erdachse $\xi = kR\,(1-3\cos^2 u)$, also Null für $u_1 = +\frac{1}{\sqrt{3}}$, wo u_1 die Breite der kritischen Ebene wäre. Demnach existieren deren zwei. Ergiebt eine Projektion durch den Erdmagnetismus thatsächlich in diesen Breiten je eine kritische Ebene, so existiert in der Verteilung ein normaler Typus um die Rotationsachse. Die Abbildung des Breitenkreises u_1 durch den normalen Teil allein wäre dann ein ihm paralleler Kreis vom halben Radius. Die Abweichungen der wahren Projektion von dieser normalen definiert die Abweichung vom Typus. Es ist die nächste Aufgabe, zu ergründen, ob in dem überbleibenden Felde ein weiterer normaler Typ verborgen.

Thatsächlich wird nun die der Erdachse parallele Komponente auf zwei schmalen Gebieten Null die um $u_1 = + 35^0\,16'$ liegen. Verf. wählt daher diese Ebene als Bildebene und veranschaulicht in drei Karten die Verzerrungen und Verschiebungen, welche die Bilder der Breitenkreise durch den überbleibenden Teil erleiden. Es sind dies sehr instruktive, aber schwer zu beschreibende Darstellungen.

Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit den möglichen Typen einer beliebigen Verteilung. Ist diese in Kugelfunktionsdarstellung gegeben, so kann jedes Glied kritische Ebenen haben; z. T. sind sie identisch, so dass sie sich einem allgemeineren Typ unterordnen, auch können gewisse Ebenen willkürlich sein und ihre Lage erst aus den Zahlwerten der Koeffizienten berechnen. So z. B. sind $g^{1,1}$; $h^{1,1}$; $g^{2,1}$; $h^{2,1}$ beliebig, so existieren kritische Ebenen für $u_1 = u_1$; $\pi - u_1$; o und π, wovon nur zwei von der Grösse der Koeffizienten unabhängig sind. Für den speziellen Fall $g^{1,1} = g^{2,1} = h^{1,1} = h^{2,1} = o$ wird die Projektion des Breitenkreises auf die Ebenen u_1 und $\pi - u_1$ im Durchschnittspunkt der Erdachse mit der Ebene liegen: dann entspricht der Typus einer centrischen Verteilung, in jedem anderen Falle ist sie gegen die Erdachse excentrisch.

Verf. schreitet nun dazu, aus den Koeffizienten ΓH einer gegebenen Verteilung und $g\,h$ eines verborgenen Typus, die Koeffizienten $\gamma\,\chi$ der Restverteilung zu berechnen. Es ist $g^{n,m} = \Gamma^{n,m} - \gamma^{n,m}$, was der Reihe nach so oft anzuwenden, bis alle verborgenen Typen gefunden sind; solange die Restverteilung noch kritische Ebenen definieren lässt, solange enthält sie noch normale Magnetisierungen.

Der dritte Teil wendet die Methode auf den Erdmagnetismus an, was zu nachstehenden Resultaten führt.

In der Verteilung des Erdmagnetismus existiert der deformierte Typus $\cos u_1 = \frac{1}{3}$ mit den Koeffizienten $g^{1,0}$; $g^{2,0}$; $g^{3,0}$; $g^{4,0}$, der sich auf eine centrische und eine die Deformation bedingende excentrische Magnetisierung zurückführen lässt. Erstere ist die Bezoldsche empirisch normale Magnetisierung. Der excentrische Teil stellt die Ursache dafür vor, dass die Verbindungslinie der magnetischen Pole kein Erddurchmesser ist. Ein weiterer Typus wird durch eine systematische Ost-Westverteilung dargestellt. Die Restverteilung hat als kritische zwei Tangentialebenen an die geographischen Pole.

Das Gesamtresultat ist also: es besteht, wie schon Bauer gezeigt hatte, eine äquatoriale und eine Magnetisierung um die Erdachse, die eben, beide kombiniert, zu der Bauerschen Definition des normalen Feldes führen, und

ein excentrischer Typus, welcher die anormale Magnetisierung erklärt. A. Nippoldt.

(Eingegangen 19. September 1902).

R. Sleeswijk, Der Kampf des tierischen Organismus mit der pflanzlichen Zelle. gr. 8. 139 S. mit 10 Figuren im Text. Amsterdam 1902. In Kommission bei K. F. Koehler in Leipzig. 3 M.

Ausgehend von dem Grundsatz, dass alle Thätigkeiten der lebenden Zelle mit osmotischen Vorgängen im Zusammenhange ständen, versucht das Buch eine einheitliche Theorie der bei bakteriellen Krankheiten des Tierkörpers auftretenden Erscheinungen zu geben, es will vor allem den Nachweis führen, dass sich der ganze tierische Organismus an diesem Kampfe gegen die pflanzliche „Zelle", die Bakterie, beteilige.

Jeder Reiz, so meint der Verfasser, affiziert nicht nur die Zelle, welche er gerade trifft. Die durch ihn verursachte osmotische Störung teilt sich auch den benachbarten Zellen mit, pflanzt sich schliesslich durch den ganzen Tierkörper fort. Eine wichtige Rolle in diesen Prozessen weist Sleeswijk dem Nervensystem, speziell den markhaltigen Nervenfasern zu. Im grössten Teile ihres Verlaufes durch die Markscheide gegen äussere elektrische und osmotische Einflüsse isoliert, an (ihren) beiden Enden durch eine semipermeable Wand gegen ihre Umgebung abgeschlossen, sollen die Neuronen mit den Gewebezellen, nach denen sie hin verlaufen, in kinetisch osmotischem Gleichgewicht stehen und bei Störungen dieses Gleichgewichtes einen Ausgleich vom Centralorgan her veranlassen.

Dass mit diesen osmotischen Vorgängen auch elektrische Hand in Hand gehen, ist wohl anzunehmen. — Der Verfasser glaubt dann weiter, die Maxwellschen Vorstellungen über Elektrizität auf die Bewegung der Elektrizität in Elektrolyten übertragen zu dürfen. Jedes elektrolytische Ion soll bestehen aus mehreren Elektronen, deren Schwingungsart bestimmend für die des Ions ist.

Der elektrische Strom soll sich zusammensetzen aus verschiedenen elektromagnetischen Molekularbewegungen, die Elektronen des Leiters Träger dieser periodischen Bewegungen sein, die Leitfähigkeit eines Leiters abhängen von seinem Gehalt an „auf die Transversalschwingungen der passierenden elektromagnetischen Wellen resonierenden Elektronen". Die im tierischen Körper verlaufenden Elektrizitätsbewegungen denkt sich Sleeswijk demnach verlegbar „in mehrere distinkte regelmässige Gleichgewichtsstörungen verschiedener Periode". Die von ihnen ausgelösten biologischen Prozesse sollen beeinflusst werden von der Fähigkeit der im Elektrolyt zwischen den Zellen gelösten Substanzen, „bestimmte elektromagnetische Wechselwirkungen im Körper zu kräftigen oder zu schwächen". Eine derartige Fähigkeit schreibt der Verfasser den Bakterientoxinen zu. Sie sollen sich zwischen Neuronende und Gewebszelle interponieren, eine Art „physikalische Schirmwirkung" entfalten. Hierdurch sollen die vom Neuronende gelieferten „katalytischen" Reize gehemmt, eine Störung in der damit zusammenhängenden Dissimilations- und Assimilationsthätigkeit der betreffenden Gewebezellen herbeigeführt werden. Die bei diesen Störungen auftretenden anormalen Stoffwechselprodukte, im ersten Falle von der affizierten Zelle unvollständig dissimilierte Stoffe, im andern Falle von alternistisch funktionierenden Zellen für die Assimilation vorbereitete, aber von den angegriffenen Zellen nicht aufgenommene Produkte sollen eine Affinität zu den Toxinen besitzen, als Antitoxine wirken. — Das Buch geht dann noch näher darauf ein, wie die Wirkung dieser Antitoxine zu denken ist und wie ihre Produktion vom Centralorgan aus geregelt wird, es berührt dann weiter das Verhalten der Leukocyten und erläutert zum Schluss noch die Immunitätsfrage.

Mit einer eingehenden Berücksichtigung der einschlägigen Litteratur geschrieben, bietet die Schrift schon durch die Übersicht, welche sie über verschiedene Zweige der Bakterienforschung giebt, mancherlei Interessantes. Der zu Grunde liegende Gedanke, dass die Bakterie im Kampfe gegen einen so fein „regulierten Reaktionsapparat", wie den tierischen Organismus, im Nachteil ist, da sie ihre Stoffwechselprozesse nur in bestimmter Richtung entfalten kann, nur gleiche Individuen zu erzeugen vermag, erscheint gut durchgeführt. Ob allerdings die gemachten Voraussetzungen sämtlich zutreffen, bleibe dahingestellt. Jedenfalls erscheint mir die vom Verfasser geäusserte Meinung, hier habe die Biologie den Beweis für die Richtigkeit seiner oben erwähnten Anschauungen über die Natur des elektrischen Stromes erbracht, weil er auf diesen fussend zu Ergebnissen, völlig mit der Immunitätsforschung übereinstimmend, gelangt, als unhaltbar. H. Müller.

(Eingegangen 19. Februar 1903.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt wurden der Dozent der Chemie und Leiter des Laboratoriums des Physikalischen Vereins, Professor Dr. Martin Freund, zum etatsmässigen Ordinarius für Chemie an der Akademie für Sozial- und Handelswissenschaften zu Frankfurt a. M. (unter Beibehaltung seiner Thätigkeit am Physikalischen Verein), der Oberingenieur der Akkumulatorenwerke System Pollak, Aktiengesellschaft, in Frankfurt a. M., Edwin Hauswald, zum o. Professor für Maschinenbau an der Technischen Hochschule in Lemberg, der Oberingenieur der Firma Siemens & Halske in Wien, Wolfgang Wendelin zum Dozenten für Elektrotechnik an der Bergakademie in Leoben.

Es habilitierten sich Professor Dr. K. Garparolli Edler v. Turnlackh als Privatdozent für Chemie an der Universität Wien und Dr. L. Rohrer-Budapest für physikalische Chemie, Dr. Epstein-Strassburg für Mathematik, G. Landesen-Dorpat für Chemie, Dr. K. Schwalbe-Darmstadt für organische Chemie, Dr. W. A. Roth-Berlin für Chemie, Dr. W. Borsche desgl. in Göttingen.

Der Privatdozent Dr. Gockel-Freiburg i. Schw. wurde zum a. o. Professor der Physik, der Abteilungsvorsteher bei dem Meteorologischen Institut, Dr. Reinhard Süring und die ständigen Mitarbeiter bei derselben Anstalt, Dr. Georg Lachmann und Dr. Theodor Arendt, zu Professoren ernannt.

Dr. G. Kutschera-Darmstadt wurde die Venia legendi für das Fach der Physik an der dortigen Technischen Hochschule erteilt.

Dem Privatdozenten der Chemie an der Universität Berlin Dr. Oskar Emmerling und dem Abteilungsvorsteher am ersten Chemischen Institut an der gleichen Universität Dr. Otto Ruff wurde das Prädikat „Professor" beigelegt.

Der o. Professor der Chemie und Direktor des physikalisch-chemischen Instituts der Universität Leipzig, Dr. Wilhelm Ostwald, ist für die beiden nächsten Semester von der Verpflichtung zur Abhaltung von Vorlesungen entbunden und mit seiner Vertretung interimistisch die Privatdozenten Dr. Robert Luther und Dr. Max Bodenstein beauftragt worden.

Tagesereignisse.

Der hundertjährige Geburtstag Doves wird von der Deutschen meteorologischen Gesellschaft feierlich begangen werden. Auf Anregung des Herrn Dr. Cassner ist dazu eine Kommission gewählt worden, welcher die Herren Geh. Rat Professor Hellmann (der einzige noch lebende Meteorologe, der unter Dove gearbeitet hat), Geh. Rat Professor Dr. Assmann, Professor Dr. Sklarek und Geh. Rechnungsrat Behre angehören. Die Deutsche meteorologische Gesellschaft wird eine Festsitzung veranstalten und beabsichtigt ferner, ein dauerndes Andenken an den Gelehrten zu schaffen.

Briefkasten.

Gedächtnisbibliothek für Henry A. Rowland.

Zur dauernden Erinnerung an den verstorbenen Professor Rowland und zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des physikalischen Laboratoriums der Johns Hopkins Universität hat ein früherer Schüler eine erhebliche Summe freigebig zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe eine Spezialsammlung von Büchern, Einzelschriften und anderen Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Strahlung und der Spektroskopie gegründet werden soll. Diese Sammlung soll den Namen „Henry A. Rowland Gedächtnis-Bibliothek" führen und im physikalischen Laboratorium der Universität ihre Aufstellung finden.

Um diese Sammlung vollständig zu gestalten und ihr einen dauernden Nutzen zu sichern, ist die Mitarbeit von Instituten, Laboratorien und Forschern notwendig. Wir hoffen sehnlichst, dass Veröffentlichungen, Bücher und Separatabdrucke, welche Spektroskopie und verwandte Gebiete betreffen, sowie Photographien von Spektren und Apparaten der Bibliothek jetzt und künftighin zugewiesen werden.

Sendungen sind zu adressieren an Joseph S. Ames, Direktor des physikalischen Laboratoriums, Johns Hopkins Universtität, Baltimore, Maryland, U. S. A.

An die Redaktion der Phys. Zeitschrift.

In den Statutenänderungsvorschlägen der deutschen Physikalischen Gesellschaft, welche, vom 21. Februar 1901 datiert, im Februar dieses Jahres verschickt wurden, heisst es auf der dritten Seite unten

In § 28 werden nach den Worten „Er tritt" folgende Worte eingeschoben

„auf die von seinem Vorsitzenden zu erlassende Einberufung".

Ich erlaube mir hierzu folgende Fragen: 1) Warum schreibt man eine solche respektwidrige Formalität besonders vor? 2) Sagt man nicht im gewöhnlichen Sprachgebrauch besser „Er pfeift etc.?"

Leipzig, 1. April 1903.

Ergebenst G. H.

Logarithmische Rechentafeln für Chemiker.

Von F. W. Küster.

Mit der Vorbereitung der vierten Auflage der von mir herausgegebenen „Logarithmischen Rechentafeln für Chemiker" beschäftigt, wende ich mich auch diesmal wieder mit der Bitte an alle Fachgenossen aus Wissenschaft und Technik, mir behülflich zu sein, durch recht baldige Vorschläge über Erweiterung und Verbesserung der Tafeln, mein Büchlein zum allgemeinen Gebrauch immer geeigneter zu machen.

Schon bei der Bearbeitung der dritten Auflage war es mein Streben, die Bedürfnisse der Physiker und vor allem auch der Physikochemiker nach Möglichkeit zu berücksichtigen. In der vierten Auflage soll das, falls diesbezügliche Wünsche geäussert werden, in noch ausgedehnterem Masse geschehen. Schon mehrere hervorragende Physiker, in erster Linie auch Herr Präsident Kohlrausch, haben mir ihre Unterstützung hierin zugesagt und gewährt.

Wenn der rasche Absatz der letzten Auflagen des Büchleins auch seine grosse Verbreitung beweist, so hat mich der Wunsch, seinen Inhalt zur gemeinsamen, einheitlichen Grundlage aller Rechnungen der Chemiker und Physikochemiker zu machen, doch veranlasst, mit der „Atomgewichtskommission der deutschen Chemischen Gesellschaft" Fühlung zu suchen. Durch das freundliche Entgegenkommen, das ich bei dieser Kommission fand, ist es ermöglicht worden, dass ich die „Logarithmischen Rechentafeln für Chemiker" in Zukunft im Einverständnis mit der Atomgewichtskommission der deutschen Chemischen Gesellschaft herausgeben werde.

Ich schliesse mit der nochmaligen dringenden Bitte an alle Physiker, Physikochemiker und Chemiker, mir doch umgehend ihre Verbesserungs- und Erweiterungsvorschläge zugehen zu lassen. Sie werden, wie auch früher, so weit als irgend möglich mit bestem Danke berücksichtigt werden.

Clausthal i. Harz, März 1903.

(Eingegangen 11. März 1903.)

Vorschläge

des wissenschaftlichen Ausschusses der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für einheitliche Bezeichnungen, Benennungen, Definitionen und Regeln in der Physik.

Liste I.

1. Länge	l
2. Masse	m
3. Zeit	t
4. Volumen	v
5. Radius	r

6. Fallbeschleunigung	g
7. Druck (Kraft durch Fläche)	p
8. Arbeit	A
9. Kraft	F
10. Trägheitsmoment	K
11. Absolute Temperatur	T
12. Wärmeausdehnungskoeffizient der Gase	α
13. Gaskonstante (auf das Molekulargewicht bezogen)	R
14. Wärmemenge	Q
15. Innere Energie	U
16. Entropie	S
17. Wellenlänge	λ
18. Schwingungszahl (in 2π Sekunden)	n
19. Schwingungsdauer (der ganzen Schwingung)	τ
20. Lichtgeschwindigkeit (im luftleeren Raum)	c
21. Magnetische Feldstärke	$\mathfrak{H}$
22. Magnetische Induktion (Gesamtzahl der Kraftlinien geteilt durch Fläche)	$\mathfrak{B}$
23. Magnetische Permeabilität	μ
24. Intensität der Magnetisierung	$\mathfrak{J}$
25. Magnetische Suszeptibilität	$\varkappa$
26. Elektrische Feldstärke	$\mathfrak{E}$
27. Elektrische Induktion	$\mathfrak{D}$
28. Dielektrizitätskonstante	ε
29. Kapazität	C
30. Induktionskoeffizient (falls gegenseitige Induktion vorhanden, Selbstinduktionskoeffizient L_{11}, gegenseitiger Induktionskoeffizient L_{12})	L
31. Elektromotorische Kraft	E
32. Stromintensität	$\mathfrak{J}$
33. Widerstand	W

Liste II.

1. Geschwindigkeit	u, q
2. Dichte	δ, k, s, ϱ
3. Spezifische Wärme	γ, c
4. Verhältnis der spezifischen Wärmen	$c_p/c_v = k$
5. Mechanisches Wärmeäquivalent	$\mathfrak{J}, \mathfrak{j}, \mathfrak{A}$
6. Brechungsquotient	ν
7. Fläche	f
8. Flächendichte	σ, s, ϱ
9. Horizontalkomponente des Erdmagnetismus	$H, \mathfrak{H}$
10. Magnetisches Moment	$M, \mathfrak{M}$
11. Magnetismusmenge	$\mathfrak{m}$
12. Elektrizitätsmenge	$e, q,$
13. Potential	V, φ

Berichtigung.

In dem thermodynamischen Aufsatze von K. v. Wesendonk im 12. Hefte des 4. Jahrganges dieser Zeitschrift muss es S. 332 heissen: Geht man hierbei auf isothermen und isentropischen Wegen vom Anfangs- zum Endzustand, so muss auf einigen der ersteren Wärme zugeführt werden. Gewinnt man bei der irreversibeln adiabatischen Veränderung Arbeit, so ist diese kleiner als bei der zweiten Art des Überganges mit geeigneten Isothermen. — Auch in der Anmerkung unten muss es heissen: so muss wegen $\int \frac{dQ}{T} \leqq 0$ bei einigen der ersteren Wärme abgegeben, beim umgekehrten Verlauf also aufgenommen werden.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1903.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik II: Licht und Wärme, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise: Elektrische Schwingungen, elektromagnetische Lichttheorie, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (m. Wien), tägl. — **Wien**: Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Wärme, Schall, Licht, 2; Theorie der Elektrochemie, 2. — **Polis**: Meteorologie II: Klimatologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie für Studierende des Wasserbau-Ingenieurfaches II, 1: Meteorologische Technik, 1; Übungen im meteorologischen Observatorium. — **Grotian**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum. — **Rasch**: Elektrische Starkstromanlagen, 2; Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen, 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Junkers**: Arbeiten im maschinen-technischen Laboratorium I, 1. — **Köchy**: Lokomotivbau I, 1, II, Zeichnen, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Zeichnen, 2; Maschinenelemente, 4, Übungen, 5; Eisenbahnwagenbau, 2. — **Lüders**: Maschinenkunde I, 3, II, 6, Entwerfen, 6. — **Obergethmann**: Maschinenbau, 5, Übungen, 6; Maschinenkonstruieren, 6. — **Pinzger**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, II, 4, Zeichnen, 2; Kinematik, 2, Zeichnen, 2. — **Lutz**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 2; Maschinenskizzieren, Übungen, 2; Automobilbau, 2, Übungen, 2; Baumaschinen, 2, Übungen, 2. —

Bredt: Experimentalchemie: Organischer Teil, 6; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen**: Chemie der Metalle, 4; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Houben und Trenzen); Elektrochemisches Praktikum (mit Verwer). — **Rau**: Technische Chemie, 4; Entwerfen von industriellen Feuerungsanlagen, 2; Wärmetechnisches Praktikum, 3. —

Jürgens: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Algebraische Analysis, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Zeichnen, 2. — v. **Mangoldt**: Höhere Mathematik I: Integralrechnung und analytische Geometrie des Raumes, 6, Übungen; Elemente der analytischen Geometrie und der Differential- und Integralrechnung mit Übungen, 5. — **Sommerfeld**: Mechanik I, 4, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1. —

Universität Basel.

Hagenbach-Bischoff: Experimentalphysik I, 6; Behandlung physikalischer Aufgaben im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Veillon), 2. — **VonderMühll**: Einleitung in die mathematische Physik, 5 (1 *g*), Übungen, 2 *g*; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. —

Piccard: Repetitorium der Chemie, 2 *g*. — **Nietzki**: Chemisches Vollpraktikum (mit Fichter und Rupe), tägl.; Chemie der aromatischen Verbindungen, 3. — **Kahlbaum**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen physikalischen Chemie I, mit historischer Einleitung, 1½; Kolloquium über theoretische und praktische Chemie, 3 *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Rupe**: Ausgewählte Teile der organischen Chemie, 2; Chemisches Kränzchen (mit Nietzki), 1 *g*. — **Fichter**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9; Organisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Nienhaus**: Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 6; Mikroskopisches Praktikum, 2; Pharmazeutisches Kränzchen, 1 *g*. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, mit Übungen, 4; Technisch-analytisches Praktikum, tägl. —

Kinkelin: Algebraische Analysis, 3; Geometrische Anwendungen der Differentialrechnung, 3; Bestimmte Integrale, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Riggenbach**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen in Breiten- und Zeitbestimmungen, 2 *g*; Präzession und Nutation, 1. — **Flatt**: Liniengeometrie, 2. —

Universität Berlin.

E. Warburg: Experimentalphysik II: Elektrizität und Licht, 5, mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im Laboratorium a) für Geübtere, tägl., b) für Anfänger (mit Blasius), 7, c) für Pharmazeuten (mit Starke), 3½. — **Fock**: Einleitung in die Physik und Chemie, 1. — **Weinstein**: Über die Grundlagen der physikalischen Wissenschaften, 1 *g*; Einleitung in die mathematische Physik, 3. — **Planck**: System der gesamten Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Krigar-Menzel**:

Theoretische Physik IV: Optik, 4, Übungen, 1 *g.* — **Neesen**: Elementare Mechanik, 1 *g.* — **F. Martens**: Spektralanalyse und Photometrie (experimentell), 1. — **Lummer**: Ausgewählte Kapitel aus der Licht- und Wärmestrahlung, mit Experimenten, $1^1/_2$. — **Starke**: Über die elektrischen Entladungen in Gasen und ihre Begleiterscheinungen (Kathoden-, Röntgenstrahlen etc.), 1. — **Aschkinass**: Die Beziehungen sichtbarer und unsichtbarer Strahlen zur Elektrizität und zum Magnetismus (experimentell), $1^1/_2$. — **Slaby**: Einführung in die Elektrotechnik, mit Demonstrationen, 2. — **v. Ihering**: Maschinenkunde, 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Theorie der Verbrennungskraftmaschinen, 2. — **Blasius**: Übungen im Anschluss an das physikalische Praktikum, 1 *g*; Physikalischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$. — **v. Bezold**: Theoretische Meteorologie: Thermodynamik der Atmosphäre, 2; Meteorologische Übungen, tägl.; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g.* — **Less**: Praktische Witterungskunde, 2. —

Landolt: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen, tägl.; Physikalisch-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **Will**: Geschichte der Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie, 1 *g.* — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Jahn**: Theoretische und experimentelle Elektrochemie, 3. — **Gabriel**: Qualitative und quantitative chemische Analyse, 2. — **W. Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g.* — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie, 4. — **R. J. Meyer**: Chemie der selteneren Elemente, mit Experimenten, 2. — **H Traube**: Mineralchemie, 1. — **Marckwald**: Stereochemie, 1. — **Emmerling**: Über Fermente, 1; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner, 10. — **Buchner**: Einführung in die organische Experimentalchemie, 3; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Fischer**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen (mit Gabriel, Harries, Pschorr und Ruff), tägl. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, Farbstoffe, Alkaloide u. s. w., 5; Leitung experimenteller organisch-chemischer Arbeiten, tägl. — **Wohl**: Chemie der Kohlehydrate, 1. — **Spiegel**: Chemie der Alkaloide, 1; Über die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung, rationelle Arzneimittelsynthese, 1. — **Harries**: Ausgewählte Kapitel aus der aliphatischen Chemie, 1. — **Thoms**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie und Harnanalyse, mit Experimenten, 1; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 4; Praktische Übungen im pharmazeutischen Institut, tägl. — **Gareke**: Pharmakognosie, 4. — **Biedermann**: Technische Chemie I: Die anorganischen Stoffe, mit Demonstrationen, 4; Über Steinkohlenteer und Teerfarbstoffe, 1 *g.* — **Wichelhaus**: Chemische Technologie I: Anorganische Stoffe, mit Experimenten und Exkursionen, 4, Übungen, tägl. — **Schotten**: Ausgewählte Kapitel der physiologischen und technischen Chemie, 2 *g.* — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Massanalyse, 3. — **Ruff**: Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. —

Knoblauch: Analytische Geometrie, 4; Theorie der partiellen Differentialgleichungen, nebst Anwendungen auf Flächentheorie und Mechanik, 4; Theorie der Strahlensysteme, 1 *g.* — **Lehmann-Filhés**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g.* — **Schwarz**: Integralrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2; Ausgewählte Anwendungen der elliptischen Funktionen, 2 *g*; Variationsrechnung, 4; Mathematisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g.* — **Schur**: Einleitung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4. — **Landau**: Zahlentheorie II: Theorie der algebraischen Zahlen und der Ideale, 4; Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Theorie der Riemannschen Zetafunktion, mit Anwendung auf die Zahlentheorie, 1 *g.* — **Frobenius**: Theorie der algebraischen Gleichungen II, 4. — **Schottky**: Theorie der Abelschen Funktionen I, 4. — **Hettner**: Potentialtheorie, 2. — **Foerster**: Geschichte der griechischen Astronomie, 2; Theorie der Zeitmessung, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Fehlertheorie, 1 *g.* — **Marcuse**: Physik der Erde und ihre Beziehungen zur Astronomie, mit Lichtbildern, $1^1/_2$; Die Fehler der Sinneswahrnehmung bei Präzisionsmessungen, mit Lichtbildern, 1; Theorie und Anwendung astronomischer Instrumente, besonders für die Zwecke geographischer Ortsbestimmungen, mit Demonstrationen, $1^1/_2$; Übungen und Kolloquium betreffend Aufgaben der geographischen Ortsbestimmung und nautischen Astronomie, $1^1/_2$ *g.* — **Helmert**: Schwerkraft und Gestalt der Erde, 1; Über die Bestimmung der Figur der Erde, 1 *g.* — **Eggert**: Barometrische Höhenmessung, mit praktischen Übungen, 1. — **Bauschinger**: Einleitung in die Mechanik des Himmels, 3; Die Doppelsterne, 1 *g*; Berechnung der Fixsternephemeriden, $1^1/_2$ *g.* — **Pringsheim**: Physik der Sonne, mit Experimenten, 1 *g.* — **Scheiner**: Photometrie der Gestirne, 1; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g.* — **Battermann**: Über Äquatoreal und Heliometer, mit Übungen, 1. —

Technische Hochschule Berlin.

Paalzow: Experimentalphysik, 4; Physikalische Ubgn., 4, für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2; Mathematische Physik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Masseinheiten und Messmethoden, 2; Physikalische Massbestimmungen und Messinstrumente, 4. — **Gross**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Einleitung in die mathematische Physik, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übgn. im physikalischen Laboratorium (Physikalische Messungen), 4. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I, 2; Elektromagnetismus und Induktion mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik, 4; Grundzüge der Elektrochemie, 2. — **Servus**: Theorie und Berechnung von Wechselstrommaschinen und Motoren, Drehstrommaschinen, 2; Photographische Optik, Berechnung von Objektiven, 2. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2; Einleitung in die Theorie der optischen Instrumente, 2 *g.* — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe (Anwendungen der Kinematik), 2. — **N. N.**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 3. — **Rössler**: Wärmemechanik, Übungen, 18; Elektrische Bahnen, 2; Ausgewählte Kapitel der Elektrotechnik, 2; Fernleitung von Wechselströmen, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 36. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Beleuchtungstechnik und Anlagen, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Verkehrsunternehmungen II, 2; Elektrische Sicherheitstechnik für Starkstromanlagen und Bahnen II, 2. — **Kapp**: Bau der Dynamomaschinen und Transformatoren, 2, Übungen, 3. — **Fr. Vogel**: Wechselstromerzeuger, 2. — **Heinel**: Theorie, Konstruktion und Verwendung der Kälteerzeugungsmaschinen, Seminar, 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2, Übungen, 2; Zustandsänderungen der Metalle, 2 *g.* — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 4. — **Josse**: Übungen im Maschinenlaboratorium I, 1, Übungen, 4, II, 6, III, 10. — **Kammerer**: Hebemaschinen (Winden, Krahne), 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 4. — **Leist**: Technik der Kälteerzeugung, 4; Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4; Dampfkessel, 2, Übungen, 4. — **Martens**: Materialienkunde mit Übungen in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt (Spezieller Teil, selbständige Ausführung von Festigkeitsversuchen), 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **v. Borries**: Eisenbahn-Maschinenbau, Lokomotiven, Wagen, Allgemeines über Oberbau, 4, Übgn., 6; Unterhaltung der Betriebsmittel, Einrichtung und Betrieb der Werkstätten, 2; Eisenbahnmaschinenwesen (Lokomotiven, Wagen und mechanische Anlagen), 2. — **Franz**: Tiefbauelemente für maschinen-technische Anlagen, 2, Übungen, 4; Bauanlagen für kommunale Maschinenbetriebe im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Berechnungen und mit technischer Verwaltung, 2, Übungen, 4. — **Reichel**: Maschinenelemente, Übungen, 4. Wasserkraftmaschinen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, Übungen, 4. — **Riedler**: Einleitung in den Maschinenbau (zeichnerische Darstellung von Maschinen, Maßzahlen, Aufnahmen, Skizzen, graphische Darstellungen, Elemente des Maschinenbaues und des Maschinenbetriebes), 2, Übungen, 6; Arbeitsmaschinen (Pumpen, Gebläse, Kompressoren), Übgn., 4; Maschinenbau, 2, Übungen, 4. **Stumpf**: Dampfmaschinenbau, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Mechanik, 4. — **Buhle**: Massentransport, 2; Maschinenkunde II für Archi-

tektur, 2, Übungen, 3, für Bauingenieurwesen, 4, Übungen, 4. — **Kassner**: Das Klima, mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands, 1; Wettervorhersage, 1. —

v. Buchka: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittelanalyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie II: Metalle, 4; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Herzfeld**: Zuckeruntersuchungen, Übgn., 2; Chemie der Ernährung der Pflanzen, 2. — **Holde**: Untersuchung der Mineralöle und übrigen Naphtaprodukte (Benzin, Petroleum, Schmieröl, Paraffin u. s. w.), 2; Chemisch-technische Materialienkunde organischer Stoffe, 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie (Qualitative Analyse), 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Angewandte Elektrochemie (Elektrometallurgie, Galvanostegie, quantitative Analyse durch Elektrolyse), 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II: Aromatische Reihe, cyklische Verbindungen, Farbstoffe, Alkaloide u. s. w., 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse mit Übungen, 2; Photochemie und photomechanische Prozesse, 2; Konstruktionstypen photographisch-optischer Instrumente, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, für Studierende der Photochemie, tägl.; Photographische Übgn. in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2 oder 4 wöchige Kurse. — **Traube**: Thermochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3. — **Witt**: Chemische Technologie I, 4; Glas, Keramik, Apparatenkunde, 4; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Arndt**: Einführung in die physikalische Chemie, 2. — **Dolezalek**: Elektrochemische Messkunde, 1. — **Fröhlich**: Elektrotechnik für Chemiker I, 2. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albumine (Eiweiss, Casein, künstliche Nahrungsmittel u. s. w.), mit Exkursionen, 2. — **Jurisch**: Übgn. im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Über Luftrecht. — **Kühling**: Massanalyse, 2; Stöchiometrie, 1. — **Simonis**: Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1. — **Schoch**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Cykloparaffine Olefine mit besonderer Berücksichtigung der Naphtene, 1. — **Wolffenstein**: Neuere synthetische Arzneimittel, 2. —

Dziobek: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Mechanik, 4. — **Hamburger**: Variationsrechnung, 2; Funktionentheorie, 2; Niedere Analysis und Algebra, 4. — **Hauck**: Darstellende Geometrie II, 5, Übgn., 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Jolles**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Kegelschnitte, 2. — **Jahnke**: Einführung in die Vektoranalysis mit Anwendungen auf Mechanik und Elektrotechnik, 2; Repetitorium über ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2. — R. **Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Steinitz**: Synthetische Geometrie I, 2, Übungen, 1, II, 2, Übungen, 1; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 4; Analytische Geometrie, 2, Übungen, 1. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Optik, 6; Wärmelehre (Schluss), 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Theoretisch-praktischer Kurs der Photographie, 4; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Mathematische Physik. — **König**: Der Bleiakkumulator, 1. —

Friedheim: Spezielle anorganische Chemie, 4; Qualitative und quantitative Analyse (Metalloide), 2; Chemische Technologie der Brennstoffe und landwirtschaftlichen Gewerbe, mit Exkursionen, 2 *g*; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie, 6; Repetitorium der organischen Chemie, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Schaffer**: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 2; Praktikum im Laboratorium für Nahrungsmitteluntersuchung. — **Tambor**: Einführung in die Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Repetitorium der carbo- und heterocyklischen Verbindungen, 1. — **Mai**: Anorganische Arbeiten; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2; Repetitorium der qualitativen Analyse, 1. —

Graf: Bessel'sche Funktionen mit Repetitorium, 3; Elliptische Funktionen mit Repetitorium, 3; Funktionentheorie, 2; Differentialgleichungen, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Moser), 1. — **Huber**: Sphärische Astronomie II, 2; Einleitung in die Theorie der algebraischen Flächen, 2. — **Sidler**: Über Ellipsenbogen, deren Differenz rektifizierbar ist, 2. — **Ott**: Differentialrechnung, 2; Analytische Geometrie I, 2. — **Benteli**: Elemente der darstellenden Geometrie, 4; Praktische Geometrie (Übungen auf dem Terrain), 3. — **Moser**: Die Intensitätsfunktion, 1—2. — **Crelier**: Géométrie synthétique dans l'espace, 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik II: Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Laboratorium für Anfänger (mit Hagenbach und Konen), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Kaufmann**: Wellenlehre und Optik, 4, Übungen, 1 *g*. — **Lorberg**: Kinetische Gastheorie, 4; Elektronentheorie (mit Anwendung auf nicht-optische Phänomene), 2 *g*. — **Bucherer**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gesamtgebiet der theoretischen Physik mit Einführung in die Vektoranalysis, 1 *g*. — **Hagenbach**: Kinetische Gastheorie, 2. — **Pflüger**: Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Elektrizät, 1. — **Konen**: Physikalische Theorie der optischen Instrumente, 2; Ausgewählte Kapitel der Physik, 1 *g*. —

Anschütz: Experimentalchemie I: Allgemeine und anorganische Chemie, 5; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Partheil und Rimbach), tägl. ausser Sonnabend, für Mediziner, 4. — **Pauly**: Abkömmlinge der Kohlensäure, 1. — **Schroeter**: Cyklische Kohlenstoffverbindungen I: Aromatische Substanzen, 3. — **Rimbach**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Übungen in der mikrochemischen Analyse, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chem. Untersuchungsmethoden (mit Löb), 3 *g*; Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie, mit Übungen, 1. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 5; Methoden der Arzneimittelprüfung I: Physikalische Untersuchungsmethoden und Identitätsreaktionen, 1; Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, 1; Das Wasser, 1 *g*. — **Bins**: Chemische Technologie (organischer Teil), mit Exkursionen, 2. — **Laar**: Übersicht der photographischen Verfahren, 1. — **Löb**: Physikalische Chemie I: Die allgemeinen Eigenschaften der Stoffe, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 1 *g*; Physikalische Chemie für Mediziner, 1. —

Kortum: Unendliche Reihen, 2; Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Sommer**: Elemente der Idealtheorie, 2. — **Hefftter**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie (vorzugsweise Perspektive), mit Zeichenübungen, 3. — **Lipschitz**: Anwendung der Infinitesimalrechnung auf die Theorie des Raumes, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Mönnichmeyer**: Geschichte der Astronomie, 1. — **Küstner**: Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), tägl.; Definitive Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*. — **Deichmüller**: Bestimmung der Figur der Erde, 1; Astronomisch-geodätische Arbeiten, zweimal wöchentlich; Ausgleichungsrechnung II: Praktischer Teil, 1. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Weber: Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Experimentalphysik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mathematischen Physik, 2; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 1. — **Peukert**: Elektrotechnik, 4, Konstruktionsübungen, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Blitzableiter und elektrische Sprengmethoden, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Cruse). — **Franke**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren,

2; Berechnung und Bau der Dampfmaschinen, 3; Theorie und Konstruktion der Pumpen und Gebläse, 2; Maschinenkonstruieren III (mit Neugebohrn), 8. — **Friedmann**: Grundzüge des Maschinenbaues, 2; Maschinenelemente, 4; Theorie der Regulatoren, 2; Maschinenkonstruieren I (mit Wesemann), 8. — **Denecke**: Betriebsmittel für Strassen und Eisenbahnen, 2; Eisenbahnmaschinenbau, 2; Maschinenkonstruieren II, 4; Technische Mechanik I, 5, Übungen, 2, Repetition, 2. — **Preuss**: Maschinenzeichnen, 6. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Messungen an Maschinen (mit Schmidt); Technische Mechanik II, 4, Übgn., 1, Repetition, 1. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Werkzeugmaschinen, 2; Entwerfen von Werkzeugmaschinen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Papierfabrikation, 3; Mühlenwesen, 3; Technologische Übungen, 2. —

R. Meyer: Organische Experimentalchemie, 6; Chem. Technologie der Faserstoffe, 1; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Maier). — **Bodländer**: Chemisches Kolloquium (mit R. Meyer), 14 tägig, 2 *g*; Elektrochemie, 2; Metallurgie: Eisenhüttenkunde, 2; Chemische Technologie I, 5; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Eberlein). — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Stöchiometrische Rechnungen, 1; Chemisch-technische Rechnungen, 1; Chemie der Metalle, 2. — **Reinke**: Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Zuckertechnik, 2; Die besonderen Methoden der Zuckerherstellung, 4; Betriebsstörungen in der Gärungs-, Stärke- und Zuckertechnik, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe; Besprechungen auf dem Gebiete der chemischen Technologie II im Anschluss an die Laboratoriumsarbeiten, monatlich, 2 *g*. — **Beckurts**: Abwässerreinigung, 2; Pharmakognosie, 3, Übungen, 2; Pharmazeutische Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger und Frerichs). — **Troeger**: Analytische Chemie für Pharmazeuten, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2; Gasanalyse, 1. —

Fricke: Analytische Geometrie und Algebra, 2; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2; Analytische Mechanik, 3; Elementarmathematik, Übungen, 2. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Geometrie der Bewegung, 3; Stereometrie, 1. —

Universität Breslau.

O. E. Meyer: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Praktische Übungen im physikalischen Beobachten (mit Neumann), 3 oder 6 und tägl. — **Neumann**: Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*; Elastizitätstheorie, 3; Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, 2. —

Ladenburg: Allgemeine Experimentalchemie, 6; Praktisch-chemische Übungen a) für Chemiker, ganz- und halbtägig, b) für Mediziner, 4, c) für Landwirte, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Abegg**: Physikalisch-chemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*.; Physikalisch-chemisches Praktikum, 3; Elektrochemie, mit mathematischen Ergänzungsstunden, 2. — **Scholtz**: Stereochemie, 2; Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Ahrens**: Chemische Technologie I: Anorganischer Teil, 4; Technologie der Gärungsindustrien, 2; Chemisch-technisches Kolloquium, 1 *g*; Chemisch-technisches Praktikum nebst Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Praktische Kurse im landwirtschaftlich-technologischen Institut, tägl. ausser Sonnabend. — **Herz**: Stöchiometrie (Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie), 2; Analytische Chemie, für Anfänger, 2. — **Gadamer**: Anorganische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Wertbestimmung der offizinellen Drogen und galenischen Präparate, 1; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl. — **Pfeiffer**: Propädeutisches Praktikum für Landwirte zur Einführung in die Chemie, 3. —

Sturm: Theorie der geometrischen Verwandtschaften I, 4; Darstellende Geometrie und graphische Statik, 3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Rosanes**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Elemente der Determinantentheorie, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **London**: Theorie der bestimmten Integrale und der Fourierschen Reihen, 3. — **Franz**: Übersicht über die astronomischen Theorien, 2; Geographische Ortsbestimmungen für Navigation und Forschungs-Reisen, 2; Variations- und Störungs-Rechnung, 3 *g*; Astronomisches Praktikum für Anfänger, 2, für Vorgerückte, tägl. abends. —

Technische Hochschule Brünn.

Jaumann: Physik, 5, Korrepetitionen, 1. — **Tuma**: Physik für Kulturtechniker, 3; Physikalisches Praktikum, 3. — **Niessl v. Mayendorf**: Meteorologie und Klimatologie, 3; Niedere Geodäsie, 2; Vermessungsübungen, 12; Situationszeichnen, 14; Höhere Geodäsie, 3. — **Steiner**: Elemente der niederen Geodäsie, 3. — **Zickler**: Elektrotechnische Messungen, 2; Elektrische Beleuchtungsanlagen, 2; Elektrotechnisches Praktikum I, für Anfänger, 4, III, für Elektrotechniker, 8. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen und Apparate I, 3, Übungen, 4, II, Übungen, 3; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 5. — **Schiel**: Allgemeine Maschinenkunde II, 2. — **Musil**: Maschinenbauelemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenzeichnen, Übungen, 6; Konstruktionsübungen für Maschinenbau I, 4. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau II: Theorie und Bau der Wärmemotoren I, 6, Konstruktionsübungen, 10, II, Theorie und Bau der Wärmemotoren III, 6, Konstruktionsübungen, 14. —

Habermann: Organische Chemie, 6; Analytische Chemie I: Allgemeiner Teil, 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Hönig**: Chemische Übungen III, 20; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 3. — **Donath**: Chemische Technologie II, 6, III, $1^1/_2$, Übungen, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, 2, Übungen. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe II, 2, Praktikum für Farbenchemie. — **Frenzel**: Elektrochemie II, Anwendungen, 2; Elektrochemisches Praktikum, 3. —

Biermann: Grundlehren der höheren Mathematik, 5, Korrepetitionen, 3, Übungen, 2. — **Waelsch**: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 3, Korrepetitionen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Über Fouriersche Reihen, 1. — **Rupp**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Übungen, 4; Ausgewählte Partien aus dem Gebiete der darstellenden Geometrie, 2. — **Obenrauch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Prastorfer**: Technisches Zeichnen, 6. —

Universität Czernowitz.

Handl: Experimentalphysik, 3; Praktisch-physikalische Übungen, 6 *g*. — **Tumlirz**: Theoretische Optik, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g*; Mathematisch-physikalisches Proseminar, 2 *g*. —

Pfibram: Allgemeine Chemie II, 5; Pharmazeutische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium, 15; Anleitung zur Ausführung wissenschaftl. Untersuchgn., 15 *g*. —

Die durch den Tod Puchtas erledigte Lehrkanzel für Mathematik wird vertretungsweise durch O. Tumlirz versehen.

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Galvanismus, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeissig und vier Assistenten), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Ausgewählte Kapitel aus der Lehre von der elektromagnetischen Induktion, 2. — **Zeissig**: Experimentalphysik, 4, Repetitorium, 1. — **Rudolphi**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Physikalische Chemie II, 2; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 14 tägig, $1^1/_2$ *g*; Physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten. — **Forch**: Berechnung physikalischer Aufgaben, 1 *g*. — **Krauss**: Maschinenzeichnen, Übungen, 4; Mechanische Technologie I, 2, II, 4; Werkzeugmaschinen, Übungen, 3; Hüttenmaschinen, 1. — **Lincke**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 9. — **Herrmann**: Erläuterung und Anwendung des Rechenschiebers, 3—4 *g*. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahn-Maschinenbau I, 3, II, 2; Übungen zu den Elementen des Lokomotivbaues, 3; Maschinenbau-Praktikum I, 3. — **Gutermuth**: Dampfkessel, 2; Pumpmaschinen, 4; Maschinenanlagen und ihre Berechnung, 2; Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau-Praktikum II, 3. — **Pfarr**: Regulatoren zu Wasserkraftmaschinen, 1; Maschinenbau-Praktikum III, 3; Fabrikanlagen, 2; Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2; Elemente der

Elektrotechnik, 3; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II, 4, Übungen I, II (mit Korndörfer), 2; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Sengel, Wirtz und den Assistenten des elektrotechnischen Instituts), tägl. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, Übungen, 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Feldmann**: Drehstrommotoren, 1; Elektrizitätszähler und ihre Anwendungen, 1. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chem. Praktikum (mit Kolb, Heyl und Keppeler), tägl. ausser Sonnabend. — **Finger**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Teerfarbstoffe, 4; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie, tägl. ausser Sonnabend. — **Kolb**: Analytische Chemie I, 2; Methoden der organischen Analyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Heyl**: Elemente der organischen und Agrikulturchemie, 3; Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2; Ausmittelung der Gifte, 1. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 2; Metallurgie, 2; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann und Winteler), 1; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend. — **Neumann**: Hüttenmännische Probierkunst mit Übungen, 2 *g*; Elektroanalyse und die neueren Anschauungen über analytische Vorgänge, 1 *g*. — **Keppeler**: Chemie der Gase, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie II, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, 1 *g*. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8. —

Graefe: Repetitorium der Elementar-Mathematik, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik für Architekten, Chemiker, Elektrochemiker und Geometer, 3, Übungen, 2, II, 2, Übgn., 1. — **Dingeldey**: Elemente der höheren Algebra, 2; Höhere Mathematik I für Ingenieure, Maschinenbauer und Elektrotechniker, 5, Übungen, 3; Invariantentheorie der binären algebraischen Formen, 2. — **Gundelfinger**: Analytische Übgn., 1. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Wiener**: Synthetische Geometrie, 2; Arbeiten im mathematischen Institut, 3. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente II, 2; Grundzüge der Kartenprojektionslehre, 1, Übungen, 2. — **Fenner**: Geodäsie, 4, Übungen, 12; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen, 2. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik I, 5, Übungen (mit Graefe), 1; Repetitorium der Mechanik, 1; Reine Kinematik mit Übungen, 2. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum I, 3, II, 6 oder 9; Praktikum für grössere physikalische Arbeiten (mit Toepler), 20. — **Toepler**: Physikalische Messkunde II, 1; Polarimetrie, 1. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie und Kolloquium über wissenschaftliche Photographie, mit Demonstrationen und Exkursionen, 3; Lichtpausen, mit Demonstrationen, 2 *g*. — **Goerges**: Allgemeine Elektrotechnik II, 2; Theorie des Wechselstromes, 4; Elektrotechnisches Praktikum für Anfänger, 4; Elektrotechnisches Laboratorium, 30; Elektrotechnisches Kolloquium (m. Kübler), 2 *g*. — **Kübler**: Dynamomaschinen II, 2; Elektrische Arbeitsübertragung, 2; Entwerfen von Dynamos, Starkstromapparaten, elektrischen Fahrzeugen und Anlagen, Übungen, 8; Die Starkstromtechnik im Eisenbahnwesen und Werkstättenbetrieb I, 1. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen (Fortsetzung), 4; Wasserkraftmaschinen, 3; Maschinenkonstruieren für Maschinen- und Elektroingenieure, 10; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A mit Kolloquium (mit E. Lewicki), 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A (mit E. Lewicki), 20. — **E. Lewicki**: Grundzüge der technischen Hydraulik, mit Experimenten und Demonstrationen, 2. — **Buhle**: Maschinenelemente für Maschinen- und Elektroingenieure, 5; Abriss der Maschinenelemente für Bau- und Fabrikingenieure, 2; Maschinenkonstruieren (Maschinenelemente), 10 und 4; Hebemaschinen, 2; Maschinenkonstruieren (Hebezeuge), 10. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre (Kraftmaschinen), 4; Techn. Zeichnen für die mechanische und chemische Abteilung, 4; Skizzieren, 4. — **Grübler**: Technische Mechanik II, 6, Übungen, 2; Graphostatische Übungen, 2. — **Mollier**: Technische Thermodynamik II: Gas- und Kältemaschinen, 4; Kinematik II, 2, Übungen, 3; Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium B, 24. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie I, 3; Werkzeugmaschinen, 3; Praktikum für Faserstofftechnik, halbtägig; Übungen im Aufnehmen und Berechnen von zusammengesetzten Arbeitsmaschinen, 3 *g*. — **Ulbricht**: Eisenbahnsignalwesen und elektrische Eisenbahneinrichtungen, mit Exkursionen, 3 *g*. —

Hempel: Experimentalchemie (anorganische), 6; Anorganisch-chemisches Praktikum (qualitative Analyse), 12; Anorganisch-chemisches Praktikum (quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse), ganztägig. — **v. Meyer**: Organisch-technische Chemie: Chemische Technologie der Kohlenhydrate (Cellulose-, Zucker-, Stärkefabrikation, Gärungsgewerbe, Mineralöle), 3; Geschichte der Chemie, besonders der chemischen Technologie im 19. Jahrhundert, 1; Organisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig. — **Bucherer**: Praktische Übungen auf dem Gebiete des Patentwesens, 1 *g*; Prinzipien und Methoden der chemischen Technik, 1. — **F. Foerster**: Chemische Technologie des Glases, der Thonwaren, der Bausteine und des Mörtels, sowie des Cements, mit Exkursionen, 2; Physikalische Chemie I (zugleich Einführung in die Elektrochemie), 3; Praktikum für Elektrochemie, 12; Praktikum für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig. — **Lottermoser**: Chemie der Kolloide, 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Analyse, 1. — **Möhlau**: Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe I, 2; Praktikum für Farbenchemie, halbtägig, für Färbereitechnik, halbtägig, für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie, ganztägig. — **Erich Müller**: Reduktion und Oxydation durch Elektrolyse, 1. — **Renk**: Gewerbehygiene, 2; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genussmitteln, ganztägig; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig. — **Schlossmann**: Physiologisch-chemische Übungen, 3. — **v. Walther**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. —

Rohn: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Ebene Kurven, 2 *g*. — **Fuhrmann**: Differential- und Integralrechnung, 5; Anwendungen der Elementarmathematik, 2; Geodätisches Praktikum, 4; Geodätisches Zeichnen, 2. — **Heger**: Ausgewählte Abschnitte aus der analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes, 1 *g*. — **Helm**: Analytische Geometrie I, 3, Übungen, 1; Polarisation und Interferenz des Lichtes, 2; Versicherungstechnisches Seminar, 1, Übungen, 2. — **Krause**: Integralrechnung, 5, Übungen, 2; Einleitung in die Theorie der analytischen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Naetsch**: Einleitung in die algebraische Analysis, 2; Sphärische Trigonometrie, 2. — **Pattenhausen**: Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, 1; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 1; Sphärische Astronomie, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, Übungen, 2; Triangulierungsübgn., 4; Geodätisches Praktikum I, 4, II, 4; Grössere Terrainaufnahmen, 2 Wochen. — **Stutz**: Planzeichnen II, 2; Technisches Zeichnen für Ingenieure, 6; Katastervermessung und Grundstückszusammenlegung II, 1, Übungen, 2. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik: Wärme, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 44; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Schmidt**: Mathematische Physik I: Mechanik, Wärme und kinetische Gastheorie, 4; Mathematisch-physikalische Übungen (mit Wehnelt), 2 *g*. — **Wehnelt**: Elektrotechnik, 1 *g*. —

Fischer: Organische Experimentalchemie, 5; Halbpraktikum im chemischen Laboratorium (mit Busch), 20; Vollpraktikum im chemischen Laboratorium (mit Busch), 40; Praktikum für Mediziner (mit Busch und Gutbier), 4. — **Paal**: Chemie in ihrer Anwendung auf Pharmazie und Medizin, 3; Ausmittelung von Giften (einschl. der pharm. Chemie der Alkaloide), 1; Chemisches Praktikum, a) ganztägig, 44, b) halbtägig, 24 oder 20; Praktischer Kurs für Studierende der

Pharmazie, halbtägig, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genussmittel, a) ganztägig, 44, b) halbtägig, 24 oder 20 — **Busch**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Chemische Technologie (organischer Teil) mit Exkursionen, 2. — **Henrich**: Die wichtigsten Darstellungsmethoden und Synthesen organischer Verbindungen, 2; Elektrochemisches Praktikum für Fortgeschrittene: Anorganische und organische Präparate (mit Jordis), 5. — **Jordis**: Spezielle Chemie der Metalloide, 1; Elektrochemie II, 1; Elektro-chemisches Praktikum für Anfänger: Elektroanalyse, 3; Vollpraktikum, halb- und ganztägig, 20 bezw. 40. — **Gutbier**: Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, unter besonderer Berücksichtigung der neuen Theorien, 2; Praktikum für Gasanalyse, 2. —

Gordan: Raumgeometrie, 4; Zahlentheorie, 4; Übungen im Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Differentialgeometrie, 4; Geometrische und analytische Übungen, *g*. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik; Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum, für Studierende der Naturwissenschaften an 2, für Mediziner und Pharmazeuten an 1 Nachmittag, 20. — **Koenigsberger**: Optik, 2; Neuere physikalische Entdeckungen, 1. — **G. Meyer**: Physikalische Chemie, 3; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 2; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten für Geübtere; Über Photographie, 1. —

Gattermann: Organische Experimentalchemie, 5; Grundzüge der Gasanalyse, 1 *g*; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. ausser Sonnabend; Übungen im Experimentieren und Vortragen (mit Rupp), 2 *g*. — **Willgerodt**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Organische Technologie, 2; Analyse der Nahrungs- und Genussmittel, 2. — **Edinger**: Chemie der Fettreihe, 2. — **Fromm**: Über qualitative Analyse, 1; Repetitorium der Chemie für Mediziner II: Organische Chemie, 2. — **Müller**: Qualitative Analyse, 2; Methoden der Molekulargewichtsbestimmung, 1. — **Rupp**: Chemie der Teerfarbstoffe, 1. — **Meigen**: Stöchiometrie, 1; Massanalyse, 1. —

Lüroth: Höhere analytische Geometrie der Kurven und Flächen, 4; Theoretische Astronomie, 3. — **Stickelberger**: Integralrechnung, 5; Elliptische Funktionen, 3; Mathematisches Seminar. — **Loewy**: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4; Über die Grundlagen der Geometrie, 2. — **Seith**: Kegelschnitte in elementar-geometrischer Behandlung, 2. —

Universität Giessen.

Drude: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 4½; Physikalisches Praktikum, 6; Praktikum für Vorgeschrittenere, tägl.; Elektronenlehre, 1; Physikalisches Kolloquium, 14 tägig, 2. — **Fromme**: Geometrische und physikalische Optik, 3; Niedere Geodäsie, 3, Praktische Übgn., 1 Nachm. —

Naumann: Organische Experimentalchemie, 5¼; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Eidmann), tägl.; Chemische Übgn. für Mediziner, tägl. — **N. N.**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2. — **Eidmann**: Pharmazeutisch-chemische Präparate I, 1 bis 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie (mit Exkursionen), 2 — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemie der Benzolderivate, 2; Chemisches Kolloquium, 1½. — **Brand**: Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, 2. —

Pasch: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Allgemeine Hilfsmittel der Funktionentheorie, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14 tägig, 1½. — **Netto**: Einleitung in die Algebra, 4; Differentialgleichungen, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14 tägig, 1½. — **Wellstein**: Darstellende Geometrie II, mit Übungen, 6; Einleitung in die Geometrie der Lage, 2; Arithmetische Theorie der Formen, 2. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik I, 3; Physikalische Übgn., 8; Geometrische Optik, 1 *g*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 30 *g*. — **Voigt**: Theorie und Anwendung des Potentials, 4; Praktisch-physikalische Übungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 1 *g*; Wissenschaftliche Untersuchungen für Vorgeschrittene, 40 *g*. — **Simon**: Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Selbständige Arbeiten, 48 *g*; Das Problem der Beleuchtung, 1 *g* — **Abraham**: Elektromagnetische Lichttheorie, 4; Übungen zur Schwingungs- und Wellenlehre, 2. — **Stark**: Theoretische Ergänzungen zum physikalischen Praktikum, 1. — **Bose**: Kinetische Theorie, für Studierende der Naturwissenschaften, 2. — **Wiechert**: Meteorologie, 2; Einführung in das Vermessungswesen, 4 *g*; Wetter und Wettervorhersage, 1 *g*; Geophysikalisches Praktikum, *g*. — **Lorenz**: Wärmelehre, 2. Praktikum im Maschinenlaboratorium, 3½; Praktikum im Laboratorium für Hydromechanik und Elastizitätslehre, 2; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, 35; Ausgewählte Kapitel aus der techuischen Physik, 1 *g*. — **Nernst**: Elektrochemie, 3; Physiko-chemische Arbeiten und Übungen, tägl.; Thermodynamik chemischer Prozesse, 1 *g*; Kolloquium, 1 *g*. — **Coehn**: Photochemie und Spektralanalyse, 2. —

Wallach: Chemisches Praktikum, 20—40; Organische Chemie, 5; Die Grundlagen der Chemie, 1 *g*. — **Tollens**: Agrikulturchemie, 3; Agrikulturchemisches Praktikum und Untersuchungen, 30. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie (anorganischer Teil), 4; Gerichtlich-chemische Analyse, 2. — **Fischer**: Chemische Technologie, 2; Unfallverhütung, 1; Technologische Übungen, *g*. — **Kötz**: Einführung in die Chemie, 3; Anorganische Chemie, 2. — **Manchot**: Stereochemie, 1. — **v. Braun**: Alkaloide, 2; Chemische Tagesfragen, 1 *g*. —

Klein: Enzyklopädie der Geometrie, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Hilbert**: Differentialgleichungen, 4; Mechanik der Kontinua, 2; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Schwarzschild**: Mechanik des Himmels II, 3; Populäre Astronomie, 1 *g*; Astronomisches Kolloquium, *g*. — **Minkowski**: Algebra, 4; Minimalflächen, 2; Funktionentheoretische Übungen, 2 *g*. — **Brendel**: Versicherungsrechnung, 2; Übungen in der Integration von Differentialgleichungen, 2; Spezielle Störungen, 2 *g*; Mathematische Übungen im Seminar für Versicherungswissenschaft, 2 *g*. — **Schilling**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Graphische Statik, 1, Übungen, 2 *g*. — **Ambronn**: Theorie und Gebrauch der astronomischen Instrumente, 2; Methode der kleinsten Quadrate, 1; Übungen an den Instrumenten der Kgl. Sternwarte, tägl.; Über Kalenderwesen, 1 *g*. — **Zermelo**: Analytische Geometrie, 4; Übungen in der Integration von Differentialgleichungen, 2 *g*. — **Blumenthal**: Elliptische und Modulfunktionen, 3; Übungen in der Integration von Differentialgleichungen, 2. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimental-Physik II: Akustik, Elektrizität und Optik, 5; Physikalische Übungen, 12. — **Wassmuth**: Optik mit besonderer Berücksichtigung der elektromagnetischen Lichttheorie, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 3 *g*. — **Streintz**: Theorie des galvanischen Elementes und der Polarisation, 2. —

Skraup: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Chemische Übungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Schrötter**: Chemie der Methanderivate I, 2. —

Frischauf: Differential- und Integralrechnung und deren Anwendung auf Geometrie, 5. — **Dantscher v. Kollesberg**: Analytische und projektivische Geometrie der Ebene (Fortsetzung), 5; Mathematisches Seminar, 2. — **Streissler**: Darstellende Geometrie IV, 3. — **Hillebrand**: Mechanik des Himmels (Fortsetzung), 2; Theorie der astronomischen Instrumente, 3. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3, Übgn., 8; Die Untersuchung elektrischer Starkstromanlagen, 1. — **Wittenbauer**: Theoretische Maschinenlehre I, 2; Allgemeine Mechanik (einschliesslich der Elemente der graphischen Statik) II, 4, Übungen, 1; Technische Mechanik II, 3. — **Bartl**: Allgemeine Maschinenkunde II, 4; Maschinenbau Ia, 4, Übgn., 8. — **N. N.**: Maschinenbau IIa, 3, Übungen, 9½, IIb, Übgn., 15, IIc: Lokomotivbau, 3. —

Emich: Organische Chemie II, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1; Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse im Laboratorium, 18; Chemische Technologie der organischen Stoffe: Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1; Unterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Analyse im Laboratorium, 20; Heizung und Beleuchtung durch Verbrennungsvorgänge, 4; Elektrochemie, 2; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der Darstellung anorganisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **Streintz**: Elektrochemie, 3. — **v. Hemmelmayr**: Über organische Elementaranalyse, 1. — **v. Kraft**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2, III, 2; Mechanische Schutzmittel gegen Unfälle, 2. — **Friedr. Reinitzer**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 3, Übungen, 4. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik II, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüssler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6, Seminarübungen, 2. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie II, 4; Sphärische Astronomie, 2; Praktische Messübungen a) Niedere Geodäsie (Feldübgn.), b) Höhere Geodäsie (für die Hörer des geodätischen Kurses). —

Universität Greifswald.

König: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Besprechungen über neuere physikalische Arbeiten (mit Mie), 2 *g*. — **Mie**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Physikalische Übungen für Mediziner und Pharmazeuten, 2; Elementarmathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g*. — **Holtz**: Galvanische Elektrizität mit Einschluss der Induktions-Elektrizität, 2; Physik der Erde (physische Geographie) mit Experimenten, 1 *g*. — **Schreber**: Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 1; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens, 1 *g*. — **Berg**: Über neuere Theorien aus dem Gebiete der Elektrizität, 2. —

Auwers: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, $3^1/_2$, Demonstrationen und Erläuterungen hierzu, $^3/_4$ *g*; Chemisches Praktikum für Pharmazeuten (mit Semmler), halbtägig, tägl. — **Semmler**: Pharmazeutische Chemie II, 3; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 2 *g*; Alkaloide, 1; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g*. — **Posner**: Chemische Technologie II: Organische Stoffe, mit Exkursionen, 2; Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. —

Thomé: Theorie und Anwendung der Potentialfunktion, 4; Theorie der algebraischen Flächen und Raumkurven, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Study**: Infinitesimalrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Liniengeometrie, 3 *g*; Mathematisches Seminar, *g*. — **Kowalewski**: Allgemeine Funktionentheorie, 4, Übungen, 1 *g*; Geometrie der Zahlen, 1 *g*. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Licht, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Ausgewählte Teile der elektromagnetischen Lichttheorie, 2 *g*. — **Schmidt**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, *g*. —

Volhard: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl. ausser Sonnabend; Über Massanalyse, 1 *g*. — **Doebner**: Unorganische Chemie, 4; Über neuere Arzneimittel, 1 *g*. — **Vorländer**: Analytische Chemie, 2; Die Bedeutung der ungesättigten Verbindungen für die theoretische Chemie, 1 *g*. — **Baumert**: Einleitung in das Studium der Chemie, 2; Praktische Übungen in der Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl. ausser Sonnabend. — **Köthner**: Probleme der anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Erdmann**: Technische Chemie I mit Exkursionen, 2; Praktische Übungen im Laboratorium fü angewandte Chemie, tägl. ausser Sonnabend. —

Cantor: Differential- und Integralrechnung, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14 tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Differentialgleichungen, 4; Analytische Geometrie der Ebene, mit Übungen, 3; Sphärische Trigonometrie und mathematische Geographie, 3; Übungen des mathematischen Seminars, 14-tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Theorie der höheren Gleichungen, 4; Seminaristische Übungen, 1 *g*. — **Grassmann**: Analytische Mechanik I, mit Übungen, 4; Anwendung der darstellenden Geometrie auf die Flächen zweiten Grades, mit Übungen, 2. — **Buchholz**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 2; Praktische Übungen in geographischer Ortsbestimmung für Mathematiker und Geographen, 2. — **Bernstein**: Grundlagen der Geometrie, 2, Übungen, 1 *g*. —

Technische Hochschule Hannover.

Dieterici: Experimentalphysik, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Arbeiten im Laboratorium der Physik, Übungen, 4. — **Precht**: Photographie, Übungen, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren, Übungen, 2; Blitzableiter und Blitzschutzvorrichtungen, 1; Elektrotechnisches Laboratorium I und II und für Maschineningenieure. — **Heim**: Elektrische Anlagen II, 3, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger, 1; Elektrotechnische Messkunde, 2. — **Thiermann**: Günstigste Anordnung elektrotechnischer Messungen und die Einflüsse der Fehler auf das Resultat, 1. — **Franke**: Elektrotechnisches Kolloquium, 1 *g*; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie, 4; Spezielle Technologie I, einschliesslich Werkzeugmaschinenkunde, 3, Übungen, 4. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen, 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen, 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Maschinenorgane, 4, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau, 3, Übungen, 3. — **Frese**: Ingenieurlaboratorium I, 1, Übungen, 8, II, Übungen, 8; Theoretische Maschinenlehre, 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues, 3, Übungen, 4; Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 2; Fabrikanlagen und Eisenbahnwerkstätten, Übgn., 3. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre II, 4; Hebezeuge und Pumpen, Übungen, 4; Wasserhaltungs-, Förder- und Gebläsemaschinen, 3. — **Prandtl**: Mechanik I, 4, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 3 *g*. — **v. Roessler**: Maschinenzeichnen, 4; Technologie der Kunstgewerbe, 2; Spezielle Technologie II, 2; Fabrikationszweige der Textilindustrie, 3; Technolog. Praktikum (Textilindustrie), 3. —

Seubert: Grundzüge der Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie. — **Eschweiler**: Massanalyse, 2. — **Behrend**: Physikalische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie. — **Ost**: Chemische Technologie II, 3; Glas und Tonwaren, 1; Farbstoffe und Färberei, 2; Übungen in der Elektroanalyse, 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie. — **Laves**: Grundzüge der physiologischen Chemie, 1 *g*. —

Kiepert: Differential- und Integralrechnung II, 6, Übgn., 2; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 5, Übgn., 1. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung I, 3, Übgn., 1, III, 5, Übungen, 1; Anwendung der höheren Mathematik, 4. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 6; Darstellende Geometrie I, 3, Übungen, 6. — **Reinhertz**: Grundzüge der praktischen Geometrie, Übungen, 3; Planzeichnen, Übungen, 4; Geodäsie I, 2, Übungen, 6; Grundzüge der astronomischen Ortsbestimmung, 2. —

Universität Heidelberg.

Quincke: Experimentalphysik: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 4; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Übungen des physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Pockels**: Einleitung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1 *g*; Partielle Differential-

gleichungen der Physik, 2. — **Weber**: Einführung in die elektromagnetische Lichttheorie, 1; Theoretische Grundlagen der physikalischen Messmethoden, 1; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2. — **Kalähne**: Die physikalischen Messmethoden, als Einführung in das physikalische Praktikum, 2; Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik, 1 *g*. — **Wolf**: Allgemeine Meteorologie, 2 *g*. —

Curtius: Allgemeine Chemie II: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im akademischen Laboratorium, tägl.; Chemisches Anfänger-Praktikum für Mediziner, 3, hierzu Einführung der Mediziner in das praktische Studium der Chemie, 1; Chemischer Referateabend (mit Jannasch, Knoevenagel, Bredig, Stollé, Klages, Mohr) 14 tägig, 2 *g*. — **Brühl**: Anorganische Chemie, mit Experimenten, 3; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Medizinisch-chemische Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Horstmann**: Liest nicht. — **Jannasch**: Titrier-Analyse, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Chemisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 4. — **Knoevenagel**: Chemische Technologie (organische Prozesse), mit Ausflügen, 2. — **Bredig**: Angewandte Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemische Messmethoden, 1. — **Borntträger**: Liest nicht. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Arbeiten und Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Dittrich**: Quantitative Analyse durch Elektrolyse, 1, ev. mit Übungen; Chemisches Praktikum, tägl. ausser Sonnabend, a) ganztägig, b) halbtägig (für Anfänger und Mediziner); Ferienkurse: a) Chemisches Praktikum, ganztägig, vierwöchentlich, b) Chemisches Praktikum für Mediziner, dreiwöchentlich. — **Stollé**: Pharmazentische Chemie I: Anorganischer Teil, 2; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Qualitative Analyse, 2. — **Klages**: Chemie der Kohlehydrate, 1. — **Mohr**: Pyridinderivate und Alkaloide, 2. —

Koenigsberger: Differential- und Integralrechnung, 4; Funktionentheorie, 4; Mathematisches Unter- und Ober-Seminar, 2. — **Valentiner**: Bahnverbesserung einschliesslich spezielle Störungen, 3. — **Cantor**: Anwendung der Analysis auf höhere algebraische Kurven in der Ebene, 4; Arithmetik und Algebra (für Kameralisten), 3. — **Eisenlohr**: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3; Mechanik, 4. — **Koehler**: Analytische Geometrie der Ebene, 3. — **Landsberg**: Theorie der Determinanten und der Invarianten, 4; Ausgewählte Kapitel der Theorie der algebraischen Funktionen, 2. — **Boehm**: Theorie der elliptischen Funktionen, 2—3. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4, c) für Mediziner, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl. — **Abbe**: Liest nicht. — **Auerbach**: Theoretische Optik, 4; Kinetische Gastheorie, $1^1/_2$. — **Straubel**: Spektroskopie (mit Demonstrationen), 2. — **Rau**: Einführung in die Elektrotechnik, 3; Übungen zur Mechanik, 3; Elektrotechnisches Praktikum. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Wolff), a) Vollpraktikum, tägl., b) Halbpraktikum, tägl., c) Praktikum für Mediziner, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Duden und Rabe), tägl. — **Wolff**: Massanalyse, $1^1/_2$; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Duden**: Fortschritte der anorganischen Chemie, 2. — **Vongerichten**: Technologie der trocknen Destillation mit besonderer Berücksichtigung der Farbstoffchemie, mit Exkursionen, 2; Praktikum: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8; Praktikum für spezielle technische Arbeiten, tägl. — **H. Matthes**: Pharmazeutische Chemie I: Anorganischer Teil, 2; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Nahrungsmitteluntersuchung: Vollpraktikum, tägl.; Arzneimitteluntersuchung, Darstellung pharmazeutischer Präparate, Ausmittelung der Gifte, tägl. ausser Sonnabend; Nahrungsmittelchemischer Kursus, tägl. ausser Sonnabend. — **Gaenge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Prakt. Übungen in der Verwendung optischer Instrumente zu chem. Untersuchungen, 2. — **Rabe**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 1. —

Thomae: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Mathematische Geographie, 4. — **Gutzmer**: Differentialrechnung mit Übungen, 5; Einführung in die Theorie der Differentialgleichungen, 5. — **Frege**: Funktionentheorie nach Riemann, 4; Mathematische Übungen, 2 *g*. — **Knopf**: Zeit- und Ortsbestimmung mit praktischen Übungen auf der Sternwarte, 4; Geodäsie mit praktischen Übungen im Gelände, 2. —

Universität Innsbruck.

Czermak: Experimentalphysik: Akustik, Optik, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*, für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Exner**: Mathematische Physik: Thermodynamik, Optik, Mechanik, 5; Seminar für mathematische Physik, 1 *g*. — **Radaković**: Elastizität (Fortsetzung), 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6. — **Tollinger**: Der Einfluss der meteorologischen Verhältnisse auf den Hochalpen auf das Wachstum der Pflanzen, 2. — **Hammerl**: Elektrische Energieverteilung (Schluss), 2. — **Trabert**: Wetter und Klima, 3; Barometrische Höhenmessung, mit praktischen Übungen, 2. —

Brunner: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in analytischer und pharmazeutischer Chemie im Laboratorium, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner I, 6; Chemische Experimentalübungen für Lehramtskandidaten, 2 *g*; Praktische Übungen in analytischer Chemie für Hörer der Philosophie, tägl. — **Hopfgartner**: Einführung in die theoretischen Grundlagen der analytischen Chemie, 1. — **Zehenter**: Chemische Technologie der Metalle, 2. —

Otto Stolz: Theorie der Funktionen von komplexen Veränderlichen nach Cauchy und Weierstrass (Fortsetzung), 3; Arithmetik: Die Lehre von den reellen Zahlen, mit Übgn., 4. — **Wirtinger**: Höhere Algebra (Fortsetzung), 3; Abelsche Funktionen (Fortsetzung), 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Zindler**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes (Fortsetzung), 2; Liniengeometrie, 3; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **v. Oppolzer**: Sphärische Astronomie, 4. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium, 6; Elektrizität u. Licht, 1. — **Arnold**: Gleichstromtech., 2; Wechselstromtech., 1; Übgn. im Konstruieren elektrischer Maschinen u. Apparate, 4; Elektrische Licht- u. Kraftanlagen, 3; Elektrotech. Laboratorium I (mit Schleiermacher und Teichmüller), 6, II, 8. — **Meidinger**: Ältere Anwendungen der Elektrotechnik (Blitzableiter, Galvanoplastik, Telegraphie und Telephonie), 2; Ventilationsanlage im einzelnen mit Exkursionen, 1. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Messkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 4; Photometrie, 1. — **Teichmüller**: Entwerfen von Leitungsanlagen, Übungen, 2; Theorie und Messung der Wechselströme, 3; Elektrische Leitungen (ausgewählte Kapitel), 1. — **Bragstad**: Elemente der Elektrotechnik, 2. — **Benoit**: Pumpen und Gebläse, 2; Elektrische und hydraulische Hebezeuge, 2; Hebemaschinen, 3; Entwerfen von Hebemaschinen, Übungen, 6 und 3, für Studierende der Elektrotechnik, Übungen, 3; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen etc., Übungen, 6; Maschinenzeichnen, Übungen, 2. — **Brauer**: Festigkeitslehre, 2, Übungen, 3; Hydraulik, 2; Kinematik, 2; Mechanisches Laboratorium: Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen u. Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit. Hydraulische Versuche, Übungen, 3. — **Grassmann**: Dampfmaschinen und Kessel II, 4; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, Übungen, 6; Maschinenanlagen, 2, Übungen, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 3; Maschinenkonstruktionen (Triebwerke etc.), 8, 6 und 4; Lokomotivbau, 3; Hebemaschinen für Ingenieure, 1. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2; Mechanische Technologie, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, Übungen, 2; Technologische Exkursionen. — **Kriemler**: Konstruktionsübungen in den Elementen des Ingenieurwesens, 4. —

Bunte: Chemische Technologie I: Baumaterialien, Glas, Keramik etc., 2, II: Chemische Grossindustrie, 2; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3; Gaschemische Übungen (mit Haber), 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage. — **Engler**: Organische Experimental-

chemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Stereochemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, 2; Wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Physikalisch-chemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 1; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Analytische Chemie, 1. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2. — **Haber**: Spezielle technische Elektrochemie mit Demonstrationen, 3; Chemische Technologie der Faserstoffe II: Bleicherei, Färberei, Druckerei, 2, Übungen, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, Übungen, 2. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Wöhler**: Chemisches Seminar, 2. —

Haussner: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen, 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1; Synthetische Geometrie, 2, Übungen, 1. — **Heun**: Theoretische Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Behandlung von Problemen der theoretischen Mechanik, 2. — **N. N.**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Übungen in Perspektive, 3. — **Wedekind**: Höhere Mathematik II, 2. — **Disteli**: Projektionslehre, 2, Übungen, 2; Elemente der höheren Mathematik, 4, Übungen, 1. — **Haid**: Geodätisches Praktikum II, 6, III, 3; Elemente der praktischen Geometrie und Vermessungsübungen, 2, Übungen, 3; Grössere Vermessungsübung, 2 Wochen. —

Universität Kiel.

Lenard: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität, Magnetismus, 4; Praktische Übungen für Anfänger, 7; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. ausser Sonnabend; Besprechungen physikalischer Fragen, 1 *g*. — **Weber**: Elektrostatik und Potentialtheorie, 4; Physikalische Technologie mit besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnwesens (für Juristen), mit Exkursionen, 2; Erdmagnetismus, 1 *g*; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2. —

Claisen: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chem. Praktikum in der anorganischen Abteilung (mit Biltz) a) halbtägig, b) ganztägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum in der organischen Abteilung, ganztägig, tägl.; Chem. Praktikum für Mediziner (mit Rügheimer), 4. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Einführung der Mediziner in das prakt. Studium der Chemie, $^3/_4$ *g*. — **Biltz**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie, 2, Exkursionen hierzu, *g*. — **Feist**: Stereochemie, 1; Besprechung neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie (5. Serie), 14 tägig, *g*. — **Emmerling**: Agrikulturchemie, 1 *g*. — **Berend**: Kurze Übersicht der organischen Farbstoffe, 1. — **Stoehr**: Alkaloide, 1. —

Stäckel: Differentialrechnung und Einleitung in die Analysis, 4; Analytische Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*; Biegung krummer Flächen, 1 *g*. — **Pochhammer**: Theorie der bestimmten Integrale, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 4; Einleitung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1 *g*; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Weinnoldt**: Graphische Statik; 2. — **Harzer**: Rotationsprobleme der Mechanik des Himmels, 3; Astronomische Übungen, 1 *g*. — **Kreutz**: Bahnbestimmung der Kometen und Planeten I, 3; Theorie des Ring- und Kreuzstabmikrometers, 1 *g*. — **Kobold**: Niedere Geodäsie, 2, Übungen, 1 *g*. — **Grossmann**: Geographische Ortsbestimmungen, 2; Die neueren Ergebnisse der Astronomie, 1 *g*. —

Universität Königsberg.

Pape: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik und Wärmelehre, 5; Physikalisches Praktikum; Spektralanalyse, 1 *g*. — **Volkmann**: Elastizitätstheorie, einschliessl. Akustik, 4, Ergänzungen und Erläuterungen hierzu, 1 *g*; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6; Physikalisch-theoretische Übungen, 1 *g*. — **Cohn**: Anwendungen der Potentialtheorie, 3. —

Lossen: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, tägl.; Kleines chemisches Praktikum; Repetitorium der Chemie, 1 *g*. — **Klinger**: Organische Chemie, 4; Chemische Giftlehre, 2; Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Über Vorprüfungen bei der qualitativen Analyse, 1 *g*. — **Stutzer**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 4; Grosses chemisches Praktikum, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 10; Ausgewählte Abschnitte aus der Bakterienkunde, 1 *g*. — **Blochmann**: Ausgewählte Kapitel aus der technischen Chemie, mit anschliessender Besichtigung von gewerblichen Anlagen, 1 Nachmittag; Über Brennmaterialien und Feuerungsanlagen, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Benzol und Benzolderivate, 2. — **Löwenherz**: Einleitung in die anorganische Chemie, für Chemiker und Mediziner, mit Demonstrationen, 2; Elektrochemische und physikalisch-chemische Übgn. und Arbeiten, *g*; Die chemischen Reaktionen vom Standpunkte des Gesetzes der Massenwirkung, 1 *g*. — **Kippenberger**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Ausgewählte Kapitel der organisch-chemischen Technologie, 1 *g*. —

Struve: Himmelsmechanik II, 3; Praktische Übungen für Anfänger, zweimal, *g*. — **Meyer**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Einleitung in die höhere Geometrie (Geometrie III), 4, Übungen, 1 *g*. — **Schoenflies**: Theorie der Differentialgleichungen, 4; Übgn. im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Saalschütz**: Über Gauss'sche und andere interessante Reihen, 3—4; Determinanten, 2 *g*. — **Vahlen**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. —

Universität Lausanne.

Henri Dufour: Experimentalphysik: Physikalische Optik, Elektrizität, 5; Physikalisches Laboratorium: Prakt. Arbeiten für Anfänger, 1 Nachmittag; Spezielle Physik: Physikalische Optik, Photometrie, Spektroskopie, Polarisation, Elektrostatik, 3; Meteorologie: Die optischen und elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre, 2 *g*; Besprechungen und Wiederholungen, 1. — **Mayor**: Mechanik, 4, Übungen, 1; Mathematische Physik, 2; Graphische Statik II, 2, IV, 2, Übungen, 4. — **Palaz**: Elektrotechnik II: Theoretischer Teil, 3, IV: Verteilung der elektrischen Energie, 3; Elektrotechnisches Laboratorium, 1 Nachmittag. — **Gaillard**: Elektrische Installationen, 2. — **Mercanton**: Elektrische Messungen, 2; Ausgewählte Kapitel der theoretischen und experimentellen Physik: Magnetismus (für Vorgerücktere), 1. — **C. Dutoit**: Physikalische Repetitionen, 1 *g*. — **Reiss**: Praktische und theoretische Photographie, 2. — **A. Bonard**: Die Physik der krystallisierten Materie, Wärme, Elektrizität, 1. — **Hahn**: Maschinenelemente II, 2; Praktische Hydraulik, 2; Hydraulische Maschinen II: Turbinen und hydraulische Motoren, 3. — **Hoffet**: Technische Mechanik: Wärmemaschinen I, 4, III, 3; Konstruktionsübgn., 12. — **Landry**: Theorie und Konstruktion der Wechselstrommaschinen und Transformatoren, 3; Konstruktion der speziellen Apparate für Gleichstrom, 3; Konstruktionsübungen und Entwürfe, 16. — **Dapples**: Technische Physik: Erhitzung der Flüssigkeiten, Verdampfung etc., 3. —

Brunner: Organische Chemie, 7, Aromatische Reihe (Fortsetzung), 1 *g*; Arbeiten im chemischen Laboratorium, 3 Nachmittage, für Vorgerücktere, tägl. ausser Sonnabend. — **Brélaz**: Technische Chemie I: Salpetermischungen, Sprengstoffe, 2, II: Fettkörper, 2; Technische Analysen, 2. — **Chuard**: Analytische Chemie II: Gravimetrie, 2; Spezielle Chemie, 2. — **Pelet**: Technische Chemie: Herstellung der chemischen Produkte, 2, Farbstoffe, 2, III, 2; Laboratorium der technischen Chemie, 16. — **Bourget**: Laboratorium der physiologischen Chemie, 1 Nachmittag. — **P. Dutoit**: Physikalische Chemie: Chemische Aquivalente, Thermodynamik, 2, Praktische Übgn., 1 Nachmitt.: Elektrochemie: Elemente der technischen Elektrochemie, 2; Laboratoriumsarbeiten für Vorgerücktere, tägl. —

Amstein: Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 2; Theorie der elliptischen Funktionen, 3; Elemente der Differential- und Integralrechnung (für Studierende der Physik und Naturwissenschaften), 3; Ausgewählte Kapitel der Integralrechnung, 2. — **Joly**: Analytische Geometrie (Fortsetzung), 2; Beschreibende Geometrie (Fortsetzung), 2, Übungen, 4; Zahlentheorie, 2. — **Maillard**: Astronomie: Planeten, Kometen, Sterne, historische und kritische Studien der Hypothesen über den Bau des Weltalls, 3; Himmlische Mechanik, 1; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Schall, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene,

tägl.: Physikalisches Praktikum, 9; Physikalisches Kolloquium, (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Einleitung in die theoretische Physik, 4, Übungen, 1 *g*; Wechselstrom, Theorie und Praxis, 2 *g*. — **v. Oettingen**: Geometrisch-perspektivisches Zeichnen mit praktischen Übungen, 2 *g*. —

Ostwald, vertreten durch Luther und Bodenstein: Elemente der chemischen Dynamik, 2; Chem. Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g*. — **Beckmann**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Besprechung pharmazeutisch-chemischer Präparate: Anorganischer Teil, 2 *g*; Chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, halbtägig, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 6. — **Stobbe**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie II: Die aromatischen Verbindungen, 3; Vollpraktikum für Geübtere (mit Rassow), tägl. — **Wagner**: Methodik und Didaktik des chemischen Unterrichts, 1; Ausgewählte Kapitel der quantitativen Analyse, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer (Schulversuche und Analyse), tägl. — **Rassow**: Chem. Technologie, Brenn- und Leuchtstoffe sowie ausgewählte anorganische Betriebe, mit Exkursionen, $1^1/_2$; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Pflanzen- und Tierstoffe, $1^1/_2$ *g*; Über ätherische Öle und Kampher, 1. — **Luther**: Elektrochemie, 2. — **Bodenstein**: Liest nicht. —

Scheibner: Liest nicht. — **Neumann**: Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung und Anwendungen), 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Mayer**: Gewöhnliche Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hölder**: Anwendungen der elliptischen Funktionen, 3; Projektive Geometrie in synthetischer Behandlung, 3; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Engel**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Theorie der Transformationsgruppen (Fortsetzung) mit Übungen, 2; Algebraische Gleichungen (Fortsetzung), 2. — **Hausdorff**: Differentialgeometrie: Theorie der Kurven und Flächen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Liebmann**: Einführung in die höhere Analysis, 3; Nichteuklidische Geometrie, 2. — **Bruns**: Fehlertheorie und Ausgleichungsrechnung, 4; Himmlische Mechanik II, 2; Praktische Übungen auf der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Peter**: Bahnverbesserung und spezielle Störungen, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Physikalisches Kolloquium (mit Feussner), 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feussner), 6; Leitung selbständiger Untersuchungen, tägl. — **Feussner**: Theoretische Physik: Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Schulze**: Elastizitätstheorie, 2. —

Zincke: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, für Chemiker und Mediziner, 6; Repetitorium für Mediziner über organische Chemie, 1; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl.; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner (mit Schenck), 4. — **E. Schmidt**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Über Prüfung der Arzneimittel, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel. — **Fittica**: Theoretische Chemie, 2; Neuere Geschichte der Chemie, 1. — **Reissert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Schaum**: Physikalisch-chemisches Praktikum, 3; Grundlagen der wissenschaftlichen Photographie mit Übungen, 3. — **Schenck**: Chemische Technologie: Anorganischer Teil, 3. —

Hess: Geometrie der Ebene in analytischer und synthetischer Behandlung, 4; Ausgewählte Kapitel der höheren Analysis, 4; Übungen des mathematischen Seminars für Anfänger, $1^1/_2$, für Vorgeschrittene, $1^1/_2$ *g*. — **Hensel**: Differentialrechnung, 5; Theorie der algebraischen Funktionen einer Variabeln und ihre Anwendung auf die Theorie der algebraischen Kurven und der Abelschen Integrale, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Funktionentheorie (mit besonderer Berücksichtigung der eindeutigen Funktionen), 5; Geodäsie (Übungen und ausgewählte höhere Kapitel), 2. — **Jung**: Zahlentheorie, 4; Algebra II, 2. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik II, 5; Praktische Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Graetz und Zehnder), 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Graetz**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Ausgewählte Teile der höheren Mechanik, 2. — **Zehnder**: Kapitel aus der angewandten Physik, 2. — **Donle**: Einführung in die neuere Elektrizitätslehre, 2. — **Erk**: Meteorologisches Praktikum, tägl. *g*. —

v. Baeyer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit K. Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Königs und Willstätter in der organischen Abteilung) tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Piloty), 4. — **Hilger**: Pharmazeutische Chemie II, 4; Forense Chemie, 1 *g*; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Nahrungsmittelchemie II: Vegetabilische Nahrungsmittel, Gebrauchsgegenstände, Wasser, 1; Chemisches Praktikum: Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der angewandten Chemie, speziell der Nahrungsmittel — physiol. Chemie und elektrochemische Arbeiten, halb- und ganztägig; Spezialkursus für Studierende der Pharmazie, halbtägig. — **Königs**: Alkaloide, 1 *g*. — **K. Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie I: Alkalimetalle, Erdalkalien und Schwermetalle, für Anfänger und Vorgeschrittene, 3; Praktikum für Gasanalyse, 4; Praktikum für Spektralanalyse, 2. — **Piloty**: Über massanalytische Methoden, 2; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Willstätter**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendung in der Färberei, 4. — **Dieckmann**: Stereochemie, 1 *g*. —

G. Bauer: Algebra II, 4, Übungen, 1 *g*. — **F. Lindemann**: Theorie der elliptischen Funktionen, 5; Theorie der algebraischen Formen, 4; Mathematisches Seminar, $1^1/_2$ *g*. — **Voss**: Theorie der Differentialgleichungen, 4; Theorie der algebraischen Kurven, 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Pringsheim**: Integralrechnung, 5, Ergänzungen und Übgn., 2. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie II: Axonometrie, Perspektive, 2, Übungen, 2; Graphische Statik (geometrische Mechanik), 2, Übungen, 1 *g*. — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **v. Weber**: Analytische Geometrie des Raumes mit Übungen, 5; Determinanten mit Anwendungen, 4. — **Korn**: Potentialtheorie und Kugelfunktionen, 5. — **v. Seeliger**: Theoretische Stellarastronomie (Fixsternkunde), 3; Praktisch-astronomische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte (mit Anding), *g*. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektromagnetismus, Induktion, Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik, 48. — **Knoblauch**: Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik, 48; Kinetische Gastheorie, 2. — **Fischer**: Experimentelle Akustik, 1; Physikalisches Praktikum für Lehramts-Kandidaten d. Mathematik u. Physik; Einführung in die theoretische Physik I: Mechanik, Elastizität und Wärme, 3. — **Emden**: Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3; Rechenübungen in der theoretischen Physik, 2. — **Edelmann**: Photographie mit besonderer Berücksichtigung der Lichtpause- und Vervielfältigungs-Prozesse, 1; Photographisches Praktikum. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, Übungen, 2; Elektrotechnik für Maschineningenieure und Chemiker II, 3, Übungen, 2; Theorie und Konstruktion der Messinstrumente und Elektrizitätszähler, 2. — **Heinke**: Grundzüge der Elektrotechnik II, 3, Übungen 2; Elektrotechnische Messkunde II, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Messtechnik und Photometrie, 4, für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Arbeitsübertragung und Centralanlagen, 2, Übungen, 4. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 2; Elektrische Bahnen, 1. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 4; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen II: Wechselstromgeneratoren und Synchronmotoren, 4; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile II, 3; Entwerfen von Maschinenteilen II, für Maschineningenieure, 8, für Elektroingenieure, 6;

Entwerfen von Dampfkesseln, 2. — **Ultsch**: Einführung in die Konstruktionslehre der Arbeitsmaschinen, 1; Konstruktionslehre der Arbeitsmaschinen II, 2; Entwerfen von Arbeitsmaschinen II, 6; Allgemeine Maschinenlehre II, 4. — **Camerer**: Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 8. — **Lynen**: Konstruktionslehre der Dampfmaschinen, 6; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 2. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre I, 4, II, 2; Praktikum im Laboratorium für theoretische Maschinenlehre, 2. — **v. Hoyer**: Mechanische Technologie II, 5; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Technologie: Fabrikanlagen, 2. —

Muthmann: Allgemeine Experimentalchemie einschliesslich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Schultz**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Chemische Technologie III, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30. — **Eibner**: Chemie der Benzolderivate II, 2; Pyridin, Chinolin, Isochinolin und Alkaloide, 1. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tageslitteratur, 1. — **Lipp**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Massanalyse I, 4; Brennmaterialien und Feuerungsanlagen mit Einschluss der technischen Gasanalyse II, Übungen, 3. — **Hofer**: Die elektrochemischen Prozesse, 2. — **Baur**: Spektroskopie und Spektralanalyse, 1. — **Lintner**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum, 30; Technologie und Warenkunde I, für Zolldienstaspiranten, 2. —

v. Braunmühl: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 4, Übungen, 1; Projektivische Geometrie in synthetischer Behandlung, 4, Übungen, 1; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — **Finsterwalder**: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 2; Mathematisches Seminar (Kolloquium), (mit v. Dyck), 2; Nichteuklidische Geometrie, 3. — **v. Dyck**: Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4. — **Anding**: Elemente der Astronomie, 2. — **Burmester**: Kinematik, 3; Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, 4, Praktikum II, 4 oder 8; Hauptvermessungsübungen, 1 oder 2 Wochen; Katastermessungen, 3, Praktikum IV, 10; Kartierungsübungen, 4. — **Kutta**: Spezielle Probleme der Elastizitätstheorie und Hydrodynamik, 3. — **Günther**: Potentialtheorie in ihrer Anwendung auf Geophysik, 1. — **Föppl**: Praktikum im mechanisch-technischen Laboratorium, 2; Technische Mechanik einschliesslich der Elemente der graphischen Statik und der analytischen Mechanik I: Einführung in die Mechanik, 4, IV: Dynamik, 3, Übungen, 2. —

Universität Münster.

Hittorf: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Wärmelehre, 4; Theorie der Wärme, $1^3/_4$; Physikalische Übungen, 3 oder 6; Wissenschaftliche Arbeiten im Physikalischen Institut, tägl.; Physikalisches und physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Reinganum**: Physikalische Chemie, 2; Mechanik elastischer Körper, 1. —

Salkowski: Anorganische Chemie, 5; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2 *g*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **König**: Analytische Chemie: Metalloide, 1; Hygiene, 2 *g*; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, tägl. *g*. — **Kassner**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil mit Demonstrationen und Experimenten, 4; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Analyse technischer Gase, 1; Über Gifte und ihren Nachweis in Untersuchungsobjekten, 1 *g*; Toxikologische, pharmazeutisch-chemische und massanalytische Übungen im Laboratorium. Darstellung chemischer Präparate. Für Vorgerücktere Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, tägl. ausser Sonnabend. —

Killing: Differential- und Integralrechnung I, 3, Übgn., 1 *g*; Synthetische Geometrie, 4; Ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*; Nachträge zur analytischen Geometrie, 1 *g*. — **v. Lilienthal**: Analytische Geometrie I, 4; Determantentheorie mit Anwendungen, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, 1 *g*. — **Dehn**: Zahlentheorie, 4; Höhere Mathematik: Analytische Geometrie, Differential- und Integralrechnung, für Naturwissenschaftler, 3; Übungen in Theorie und Anwendungen der elliptischen Funktionen, 1 *g*. —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik, 5. — **v. Geitler**: Physikalisches Praktikum, a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Elektromagnetische Lichttheorie, 2. — **Lippich**: Theoretische Mechanik, 3; Elektrostatik und Magnetismus, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Spitaler**: Geophysik, 2; Optische und elektrische Erscheinungen in der Atmosphäre, 2. —

Goldschmiedt: Organische Chemie für Philosophen, Mediziner und Pharmazeuten, 5; Chemische Übungen für Mediziner; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, *g*. — **Gintl**: Methoden der gerichtlich-chemischen Untersuchung mit praktischen Übungen, für Lebensmittelchemiker, 4. — **Meyer**: Prinzipien der organischen Synthese, 2. — **Kirpal**: Chemische Technologie, 2. — **Rothmund**: Elektrochemie, 3; Physikalisch-chemische Messmethoden, 2; Anleitung zu wissenschaftl. Untersuchgn., *g*. —

Pick: Differentialgleichungen, 3; Differential- und Integralrechnung, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Gmeiner**: Analytische Geometrie, 3; Über Zahlenkongruenzen, 2. — **Weiss**: Elemente der darstellenden Geometrie, 2. — **Weinek**: Theorie des Passagen-Instrumentes im Meridiane und im ersten Vertikale, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 2; Über Finsternisse, Sternbedeckung und Planetenvorübergänge, 1 *g*. — **Oppenheim**: Präzession, Nutation und Veränderung der geographischen Breite, 4. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik, 5, Ausgewählte Kapitel für Chemiker, 2. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 2, Übungen, 3; Spezielle Elektrotechnik, 2; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 1. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenbau I (1. Teil), 2, Konstruktive Übungen, 4, I (2. Teil), 2, Konstruktions-Übungen, 7. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Konstruktions-Übungen, 6, Ausgewählte Kapitel, 2; Maschinenbau II, 2. Konstruktions-Übungen, 4. — **Baudiss**: Maschinenbau II, 4, Konstruktions-Übungen, 6, Ausgewählte Kapitel, 2. — **Pichl**: Klimatologisches Praktikum, 1. —

Gintl: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe, 5; Praktische Übungen, 6; Analytische Chemie (qualitative), Repetitorium, 2; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen, 24; Spezielle Kapitel der organischen Chemie, 1; Praktische Photographie und Übungen, sechswöchentlicher Kurs; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen für Geübtere (mit Storch), 15; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2, Übungen, 6. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 2; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Massanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie, Elektrochemie, 3; Theorie der cyklischen Verbindungen, 2. — **Zulkowski**: Übungen über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4; Chemische Technologie organischer Stoffe, $6^1/_2$; Übungen im chemisch-technischen Laboratorium, tägl. — **Czapek**: Agrikulturchemie, 3. — **W. Gintl jun.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1. — **Harpf**: Technologie des Sulfitzellstoffes, 2. —

Weiss: Mathematik, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 2, Repetitorium, 1; Übungen aus der Integralrechnung, 1; Analytische Mechanik, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 3, Repetitorium, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 8; Ausgewählte Kapitel aus der darstellenden und projektiven Geometrie, 2. — **Adler**: Graphisches und mechanisches Rechnen, 2. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik I, 2; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2; Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, III, 3; Materialienlehre, 1. — **Ruth**: Elemente der niederen Geodäsie, Übungen, 2; Niedere Geodäsie I, Übungen, 2, II, $4^1/_2$, Übungen, 4; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 3, Übungen, 2; Anwendungen der Geodäsie auf Kulturtechnik, 2, Übungen, 2. —

Universität Rostock.

Matthiessen: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Mechanik, Optik, 5; Physikalisches Seminar, 2 *g*; Kleines physikalisches Praktikum für Mathematiker, Mediziner, Chemiker und Pharmazeuten, 9; Grosses physikalisches Praktikum, Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Geübtere (mit Wachsmuth), tägl. — **Wachsmuth**: Elastizität und Hydrodynamik, 3; Einleitung in das physikalische Praktikum mit Demonstrationen, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14 tägig, 2 *g*. —

Michaelis: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übgn. im Laboratorium: Grosses Praktikum, tägl. ausser Sonnabend, kleines Praktikum, 9, Übungen für Mediziner, 4, Übungen für Nahrungsmittelchemiker, 4. — **Stoermer**: Massanalyse, 1; Aromatische Verbindungen, 4; Repetitorium der aliphatischen Reihe, 2. — **Kümmell**: Elektrochemie, 2; Photochemie, 1; Elektrochemische Analysen und Präparate, 3; Grosses physikalisch-chemisches Praktikum (Leitung selbständiger Arbeiten), tägl. ausser Sonnabend. *g*. — **Kunekell**: Titrier-Methoden des Deutschen Arzneibuches und Repetitorium der pharmazeutischen Chemie, 2; Einführung in die Nahrungsmittelanalyse für Pharmazeuten, 1. —

Staude: Differential- und Integralrechnung, 4; Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. —

Universität Strassburg.

Braun: Experimentalphysik I: Mechanik, Molekularphysik, Optik, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10, Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Cohn**: Theorie der Wärme, 3; Neuere Untersuchungen im Gebiete der Elektrizitätslehre, für Vorgeschrittene, 1 *g*. — **Cantor**: Theorie galvanischer Elemente, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, 4. — **Zenneck**: Ausgewählte Kapitel aus der Akustik, 1. — **Hergesell**: Theorie und Praxis der meteorologischen Beobachtungen, insbesondere der Messungen durch Luftballons und Drachen, 2; Meteorologische Arbeiten im meteorologischen Institut, tägl. *g*. —

Thiele: Experimentalchemie, organischer Teil, 5; Chemische Übungen und Untersuchungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Kohlschütter**: Spezielle anorganische Chemie II, 3, Praktikum für Gasanalyse, 3. — **Rose**: Chemische Technologie der schweren Metalle, 5; Analytische Chemie, 4. — **Erlenmeyer**: Stereochemie, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere (mit Kreutz), tägl. — **Köhl**: Die polyzyklischen Verbindungen des Steinkohlenteers und ihre Derivate, 2. — **Kreutz**: Die Gewinnung, Zusammensetzung und Untersuchung der alkoholischen Getränke, 1. — **Schär**: Pharmazeutische Chemie, 5; Grundzüge der physiologischen Chemie, für Pharmazeuten, 2; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. ausser Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum, 4; Die Fette und Wachsarten in pharmazeutisch-chemischer Beziehung, 1 *g*. —

Roth: Differential- und Integralrechnung, 3, Übungen, 2 *g*; Analytische Geometrie der Ebene, 3. — **Epstein**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 2. — **Disteli**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 4; Übungen des mathematischen Seminars (untere Abteilung), 1½. — **Reye**: Ausgewählte Kapitel der höheren synthetischen Geometrie, 3; Theorie der Kräfte, die nach Newtons Gesetz wirken (Potentialtheorie), 3; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g*. — **Weber**: Bestimmte Integrale und Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Höhere Algebra, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, 2; Mathematisches Kolloquium, 14 tägig. — **Becker**: Sphärische Astronomie, insbesondere in ihrer Anwendung auf astronomisch-geographische Ortsbestimmung, verbunden mit praktischen Übungen, 3; Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler, 2; Seminaristische Übungen (Kolloquium), *g*; Astronomische Beobachtungen an den Instrumenten der Sternwarte, für Vorgeschrittene, —. **Wislicenus**: Historische Einleitung in die Astronomie, 1; Dioptrik (Fernrohr und Mikroskop), 1; Besprechung der neuesten litterarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 1. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrodynamik, Optik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium, tägl.; Theoretische Physik: Elektromagnetismus und Induktion, 2. — **Englisch**: Anwendungen der Photographie in Wissenschaft und Technik mit Einschluss der Reproduktionsverfahren, 1; Anleitung zum Photographieren, 2. — **Veesenmeyer**: Die elektrische Arbeitsübertragung, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8; Projektierung elektrischer Anlagen, 2. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium I, für Anfänger (mit Herrmann, Heinrich und Brühn), 4 halbe Tage, II, für Vorgerücktere (mit Herrmann, Heinrich und Brühn), tägl. ausser Sonnabend; Elektrotechnisches Seminar (mit Veesenmeyer und Herrmann), 1. — **Herrmann**: Die Elektrizitätswerke einschliesslich der Leitungen, 2; Übgn. im elektrotechnischen Laboratorium I, 2. — **v. Weyrauch**: Aerostatik und Aerodynamik, 2; Einleitung in die mathematische Theorie der Elastizität, 2. — **Ernst**: Maschinenelemente (mit Kirner), 3; Hebezeuge (mit Kirner), Konstruktionsübungen, 6. — **Thomann**: Wassermotoren, 6; Turbinenregulatoren, 1—2; Maschinenkonstruktionen (mit Dietrich), 8; Maschinenkunde mit Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfkessel, 3; Maschinenkonstruktionen (mit Kloth), 10. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt (mit Braun und Gottwein), 1, Übungen, 5 Tage; Ingenieurlaboratorium mit Übungen (mit Roser); Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Berg**: Pumpen, 2; Maschinenzeichnen, 12. —

Hell: Allgemeine Experimentalchemie, 4; Übungen im Laboratorium für allgemeine Chemie (mit Kehrer, Kauffmann und Gansser), tägl. ausser Sonnabend; Organische Chemie, 2; Theoretische Chemie, 2. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 1; Chemisch-technische Analyse, 1. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 1; Chemisch-physikalisches Kolloquium, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Rohland**: Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 2; Über Cement, Beton, Gips, Kalk, Chamotte und Kunststeinfabrikation, 1, mit Übungen. — **Seel**: Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 4; Ausgewählte Kapitel der pharmazeutischen Chemie, 2; Gewinnung, Untersuchung und Beurteilung der wichtigsten Nahrungs- und Genussmittel, 1 *g*. — **N. N.**: Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Philip**: Technische und Handelsanalysen organischer Produkte, 1. — **Häussermann**: Technische Chemie, 2; Chemische Technologie der Baumaterialien, 1; Metallurgie, 1; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie (mit Schmidt), tägl. ausser Sonnabend; Elektrochemie, 1—2. —

Hohenner: Trigonometrische Übungen, 2. — **Roth**: Mathematische Geographie, 2; Perspektive, 2. — **Bretschneider**: Repetitorium in niederer Mathematik, 1. — **Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene (mit Roth), 3, Übungen, 1; Differential- und Integralrechnung I (mit Roth), 4, Übungen, 2, III (mit Roth), 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Wölffing**: Krümmungstheorie, 3; Partielle Differentialgleichungen, 1 *g*. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Schattenkonstruktionen und Perspektive mit Übungen, 1—2; Kinematik, 2, Übungen, 1. — **Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 6. — **Hammer**: Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Übgn., 2; Astronomische Zeit- und direkte geographische Ortsbestimmung, Übungen, 1. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik I: Mechanik und Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theorie des Lichtes, 3, Übungen, 2; Populäre Astronomie, 2. —

v. Hüfner: Ausgewählte Kapitel aus der physiologischen Chemie, 2; Praktisch-chemische Übungen für Mediziner (mit Küster) I (qualitative Analyse), 6, II (quantitative Analyse), 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig (mit Bülow); Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig (mit Weinland); Präparative Arbeiten, ganz-

tägig; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, ganztägig. — **Bülow**: Analytische Chemie II, 3; Maschinelle Hilfsmittel der chemischen Grossindustrie, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 2; Forensische Chemie, 1. — **Küster**: Agrikulturchemie, 1; Repetitorium der Chemie für Mediziner, 2. — **Wedekind**: Spezielle anorganische Chemie (Schwermetalle und seltene Elemente), 2; Physikalisch-chemisches Praktikum, 1. — **Dimroth**: Benzolderivate II, 2; Besprechung von neueren chemischen Arbeiten, 1. —

v. Brill: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Theorie der Krümmung der Flächen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Stahl**: Niedere Analysis, 3, Übungen, 1; Höhere Analysis, 3, Übungen, 1. — **Maurer**: Darstellende Geometrie, 2, Übungen, 2; Einwertige Funktionen einer kompletten Variabeln, 2, Übungen, 1. —

Universität Wien.

v. Lang: Experimentalphysik für Philosophen und Mediziner, I. Teil, 4; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g*. — **Boltzmann**: Akustik und Optik, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 1. — **Exner**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6; Physikalisches Praktikum für Chemiker und Naturhistoriker, 5; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene; Physikalisches Konversatorium, 1 *g*. — **Jäger**: Elemente der theoretischen Physik: IV. Optik (mit Experimenten), 3; Wärme- und Elektrizitätsleitung, 2. — **Moser**: Experimentalphysik für Hörer der Medizin und der Philosophie (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Einführung in die mathematische Physik (für Hörer der Medizin und der Philosophie), 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten als Ergänzung der Experimentalvorlesung. — **Lampa**: Elektro-magnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Benndorf**: Wird später ankündigen. — **v. Schweidler**: Einführung in die messende Physik (im Anschluss an das physikalische Praktikum), 1. — **Meyer**: Wärmestrahlung, 1. — **Hasenöhrl**: Elektrodynamische und optische Erscheinungen in bewegten Körpern, 2. — **Mache**: Kapillarerscheinungen, 2. — **Hann**: Allgemeine Meteorologie, II. Teil: Die atmosphärischen Störungen, das Wetter, 2. — **Pernter**: Meteorologische Instrumentenkunde mit Übungen an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie, 3. —

Lieben: Experimentalchemie, II. Teil, d. i. organische Chemie (mit Berücksichtigung auch medizinischer Hörer), 5; Chemische Übungen für Anfänger; Chemische Übungen für Mediziner; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie, II. Teil, 5; Chemische Übungen für Anfänger; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene. — **Lippmann**: Organische Chemie II: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemische Übungen für Anfänger; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene. — **Herzig**: Pharmazeutische Chemie, 5; Übungen aus pharmazeutischer Chemie für Pharmazeuten im IV. Semester, 5. — **Fossek**: Liest nicht. — **Zeisel**: Wird später ankündigen. — **Vortmann** und **Schacherl**: Lesen nicht. — **Pomeranz**: Analytische Chemie (Titriermethoden), 1; Thermochemie, 1. — **Franke**: Anleitung zur chemischen Analyse im Anschlusse an die chemischen Übungen für Mediziner (mit Lieben), 1; Methoden der qualitativen Analyse, 1. — **Pollack**: Repetitorium der analytischen Chemie für Pharmazeuten, 1; Organische Technologie II, 1. — **Wenzel**: Chemische Technologie (Brennstoffe und Feuerungen), 1; Die Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. —

v. Escherich: Elemente der Differential- und Integralrechnung (m. besond. Berücksicht. der Bedürfnisse der Naturhistoriker, Physiker, Chemiker, Mediziner u. Versicherungsmathematiker), 5; Übungen zu diesen Vorlesungen, 2 *g*; Proseminar für Mathematik, 1; Seminar für Mathematik, 2. — **Gegenbauer**: Liest nicht. — **Mertens**: Zahlentheorie (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2; Übungen im mathematischen Proseminar, 1; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3; Mathematische Statistik, 3. — **Kohn**: Synthetische Geometrie (Fortsetzung), 4; Übungen zu dieser Vorlesung, 1 *g*; Invariantentheorie mit geometrischen Anwendungen (Fortsetzung), 2. — **Tauber**: Wird später ankündigen. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, II. Teil, 3. — **Zsigmondy**: Liest nicht. — **Daublebsky v. Sterneck**: Algebra, 3. — **Carda**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Berührungstransformationen, 2. — **Plemelj**: Potentialtheorie mit Anwendungen (Fortsetzung), 2. —

Weiss: Praktische Astronomie, 4. — **v. Hepperger**: Theorie der speziellen Störungen, 3; Bahnbestimmung der Doppelsterne, 2. — **Schram**: Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 2. — **Prey**: Theorie des Saturnringes, 1. — **Prey**: Das geometrische Nivellement, 1. — **Hartl**: Kartographie mit Konstruktionsübungen, 4. —

Technische Hochschule Wien.

Ditscheiner: Allgemeine und technische Physik, 5; Physik für Chemiker, 2, Übungen, 1. — **Hochenegg**: Elektrotechnik, 4, Übungen und Untersuchungen, 4. — **Sahulka**: Theorie der Wechselströme und deren Anwendungen in der Praxis, 3. — **Reithoffer**: Elektrische Oszillationen, 1. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Erdmagnetismus, 2. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre, 4. — **N. N.**: Maschinenbau I, 5, Konstruktionsübungen, 15. — **Englaender**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenzeichnen, 8. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3. — **v. Stockert**: Eisenbahn-Maschinendienst, 3. — **Strache**: Beleuchtungswesen, 2. —

Bauer: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **Bamberger**: Encyklopädie der techn. Chemie, 3; Agrikulturchemie, 2; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I und II. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **v. Jüptner**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20. —

Allé: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **Zsigmondy**: Mathematik I, 5; Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 4. — **Daublebsky v. Sterneck**: Theorie der Raumkurven und Flächen, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6. — **Schmid**: Projektive Geometrie II, 2, Konstruktionsübungen, 2; Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5; Analytische Mechanik, 2. — **Hermanek**: Technische Mechanik II: Hydromechanik, 3. — **Schell**: Praktische Geometrie, 7½, Praktische Übungen, Situationszeichnen, 3 resp. 4; Photogrammetrie, 1½. — **Tinter**: Höhere Geodäsie, 4; Sphärische Astronomie, 3; Übungen im Beobachten und Rechnen, 2½; Geodätische Rechenübungen, 2½. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Praktische Übungen im physikalischen Institut, 4 bezw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Seitz**: Wärmetheorie, 2. —

Hantzsch: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Tafel), ganz- und halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Tafel), tägl. — **Medicus**: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- und ganztägig. — **Tafel**: Massanalyse, unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden, 1. — **Reitzenstein**: Heterozyklische Verbindungen, 2. — **Ley**: Physikalische Chemie II, mit Demonstrationen, 2. —

Prym: Integralrechnung, 6, Übungen, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Selling**: Sphärische

Astronomie, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, Fehlerausgleichg., Versicherungswesen, 2; Demonstrationen zur beschreibenden Astronomie, 1 *g*. — **Rost**: Darstellende Geometrie II, 4; Analytische und synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 4; Anwendungen der Infinitesimalanalysis auf Geometrie, 4; Ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag, für Vorgerücktere, tägl.; Physikalische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramts, 2. — **Schaufelberger**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2. —

Werner: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Chemie II, 2; Stereochemie, 1; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektro-chemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum, für Studierende der Naturwissenschaften, halbtägig. — **Abeljanz**: Quantitative chemische Analyse mit Berücksichtigung der elektrolytischen Methoden, 2; Chemie und Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 2, mit Übungen; Anleitung zu medizinisch-chemischen Arbeiten, 1—2; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl., für Lehramtskandidaten, 2 Tage; Chemische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 2. — **Pfeiffer**. Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Organische Chemie III: Farbstoffe, 1. —

Burkhardt: Lineare Differentialgleichungen, 4; Vektoranalysis, 2; Mathematische Behandlung periodischer Naturerscheinungen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Weiler**: Analytische Geometrie II, 2; Darstellende Geometrie II, 3; Mathematische Geographie, 2; Kartenprojektionen, 2. — **Kraft**: Allgemeine Mannigfaltigkeitstheorie, 4. — **Gubler**: Einleitung in die Zahlentheorie, 2; Politische Arithmetik mit Übungen, 2; Inhalt und Methode des mathematischen Unterrichts in der Mittelschule, 2. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 9; Einleitung in die Astrophysik, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Messmethoden der Elektrotechnik, 2; Einführung in die Theorie des Wechselstroms, 2; Cylinder- und Kugelfunktionen und ihre Verwendung in der Physik, 2; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 oder 24; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16. — **Weiss**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Travaux scientifiques dans les laboratoires de physique, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1. — **Tobler**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik (Fortsetzung), 1 *g*. — **Wyssling**: Elektrische Centralanlagen I, 2. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau II, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren, 12; Gasmotoren (Fortsetzung), 1; Übungen in der kalorischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Prásil**: Hydraulische Motoren und Pumpen I, 2, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen und Demonstrationen im Laboratorium, 3; Fabrikanlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie I: Metallurgie, 4, Repetitorium, 1; Mechanische Technologie III: Werkzeugmaschinen (Fortsetzung), Spinnerei, 3, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 4, Übungen, 4. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen I, 2. — **Fliegner**: Praktische Hydraulik, 2; Theoretische Maschinenlehre I (Einleitung), 2, Übungen, 2; Theoretische Maschinenlehre III: Lokomotiven, 3, Übungen, 2. — **Gerlich**: Strassen- und Eisenbahnbau, 6, Konstruktionsübungen, 6. — **Herzog**: Mechanik I, 6, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Kraft**: Angewandte Mechanik, Bewegungsmechanismen, 4. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Skizzierübungen, 2; Maschinenbau (Transmissionen und Hebezeuge), 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren und Demonstrationen im Laboratorium, 9. — **Schüle**: Technologie des matériaux de construction I, 3, Repetitorium, 1; Materialtechnisches Praktikum, 4; Eisenkonstruktionen, mit Repetitorium, 3. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 4; Feuerungsanlagen, 2, Konstruktionsanlagen, 2. — **Barbieri**: Photographie II, 1; Photographisches Praktikum, 15; Photogrammetrie, 1. —

Bamberger: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 3, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl.; Chemisches Praktikum (mit Treadwell), 2 bezw. 4. — **Bosshard**: Gärungschemie, 1. — **Constam**: Physikalische Chemie II, 1; Organische Elektrochemie, 1 *g*; Thermochemisches Praktikum (mit Lorenz), ½ Tag; Physikalisch-chemisches Vollpraktikum (mit Lorenz), tägl. — **Gnehm**: Künstliche organische Farbstoffe, 3, Repetitorium, 1; Nahrungsgewerbe, 2; Beleuchtungsindustrie, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Grete**: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ätherische Öle, 1; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Technische Botanik II: Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gewürzen, 2; Warenkunde, 2; Mikroskopische Übungen in der Nahrungsmittelkunde, 2 halbe Tage; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl.; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl. — **Lorenz**: Technische Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 3, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Baumaterialien und Explosivstoffe, 2; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Organische Chemie, 3, Repetitorium, 1; Agrikulturchemie II: Fütterungslehre, 2; Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium, 4 und 8; Agrikultur-chemisches Praktikum für Vorgerücktere, 24. — **Treadwell**: Analytische Chemie II, 2; Chemisch-technische Analyse mit Übungen, 4; Probierkunde mit Übungen, 2; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Anleitung zu den Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium, 1; Physiologische Chemie (ausgewählte Kapitel), 2. —

W. Fiedler: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Analytische Geometrie der Lage, 2. — **Franel**: Calcul intégral, 4, Répétition, 1, Exercices, 2. — **Geiser**: Ebene Kurven, 4; Ausgewählte Probleme der analytischen Geometrie, 2. — **Hirsch**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Theorie der linearen Differentialgleichungen (Fortsetzung), 2. — **Hurwitz**: Elliptische Funktionen, 4, Übungen, 2; Mathematisches Seminar (mit Lacombe), 2. — **J. Keller**: Repetition der darstellenden Geometrie (Axonometrie, Kollineation, Kegel-, Rotations- und Schraubenflächen), 2; Repetitorium der Differential- und Integralrechnung an Hand von Übungen, 2. — **Lacombe**: Géométrie descriptive, 2, Répétition, 1, Exercices, 4. — **Rebstein**: Ausgleichungsrechnung, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Katastervermessung und Güterzusammenlegung, 2; Versicherungsmathematik, 2. — **Rudio**: Anwendungen der höheren Mathematik, 4; Zahlentheorie (Fortsetzung), 2. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 3; Einleitung in die Astrophysik, 2. —

Gesuche.

Junger Dr. phil.

Physikochemiker, sucht Stellung als **physikalischer Assistent**. — Gef. Offerten erbeten unter **„Assistent“** an S. Hirzel, Leipzig, Königsstr. 2.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. E. Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.